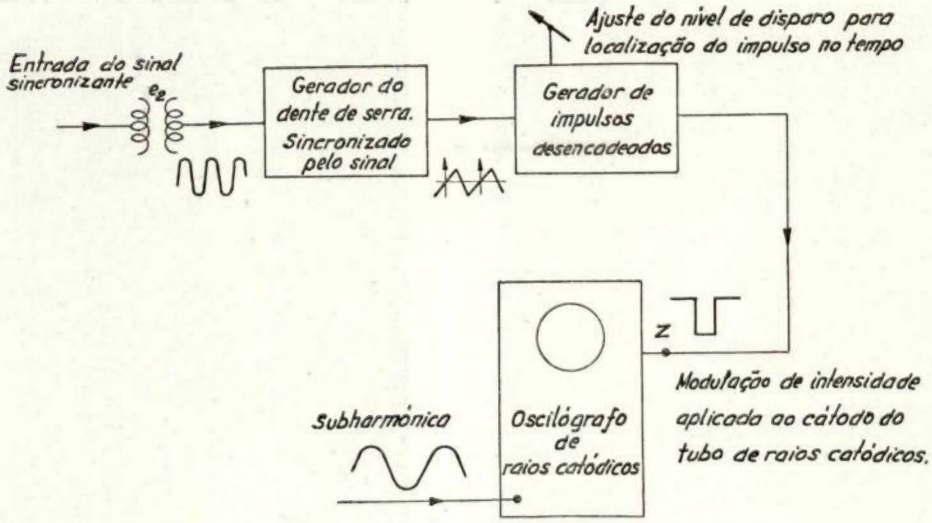


Fig. 12

Montagem para a determinação de ϕ_f

tamento nos seus aspectos fundamentais é conforme à teoria mas exibe pormenores não previstos. Estes pormenores não foram por nós estudados mais a fundo.

1.4 — *Características de sincronização experimentais relativas à fase*

Medir a fase ϕ_f corresponde a determinar a posição no tempo da sub-harmónica, tomando como referência o sinal sincronizante.

A técnica empregada consistiu em observar no alvo do oscilógrafo de raios catódicos marcas de tempo sobrepostas à oscilação sub-harmónica. Essas marcas consistiam em impulsos de curta duração desencadeados sempre que o sinal sincronizante passava por um máximo. Esses impulsos eram aplicados ao tubo de raios catódicos como modulação da densidade do feixe (eixo dos zz) aparecendo como pontos brilhantes sobrepostos ao traço normal no alvo do tubo de raios catódicos. Suprimindo a varredura horizontal de modo a que a oscilação sub-harmónica apareça como um traço vertical, surgirão sobre esse traço dois pontos brilhantes, como se mostra na Fig. 11. Pode medir-se como lá está indicado o cos ϕ_f.

A Fig. 12 mostra em esquema a montagem empregada para conseguir o funcionamento que a Fig. 11 explica.

Os resultados são expressos pelos pontos do gráfico VI-E. Continua a evidenciar-se acordo com a teoria (Gráf. VI-C (b)) nos aspectos fundamentais, manifestando-se tal como para as amplitudes, assimetria em relação à frequência central.

1.5 — *Conclusões*

A teoria interpreta os factos fundamentais do comportamento em regime estacionário do gerador de sub-harmónica e permite prever com aproximação razoável a largura da faixa de funcionamento e dum modo geral a amplitude e fase da sub-harmónica para determinadas características do sinal sincronizante, sendo conhecidos os parâmetros relativos aos tubos e ao circuito oscilante do gerador de sub-harmónica.

1.6 — *Registo oscilográfico das tensões e correntes do gerador de sub-harmónica em regime estacionário*

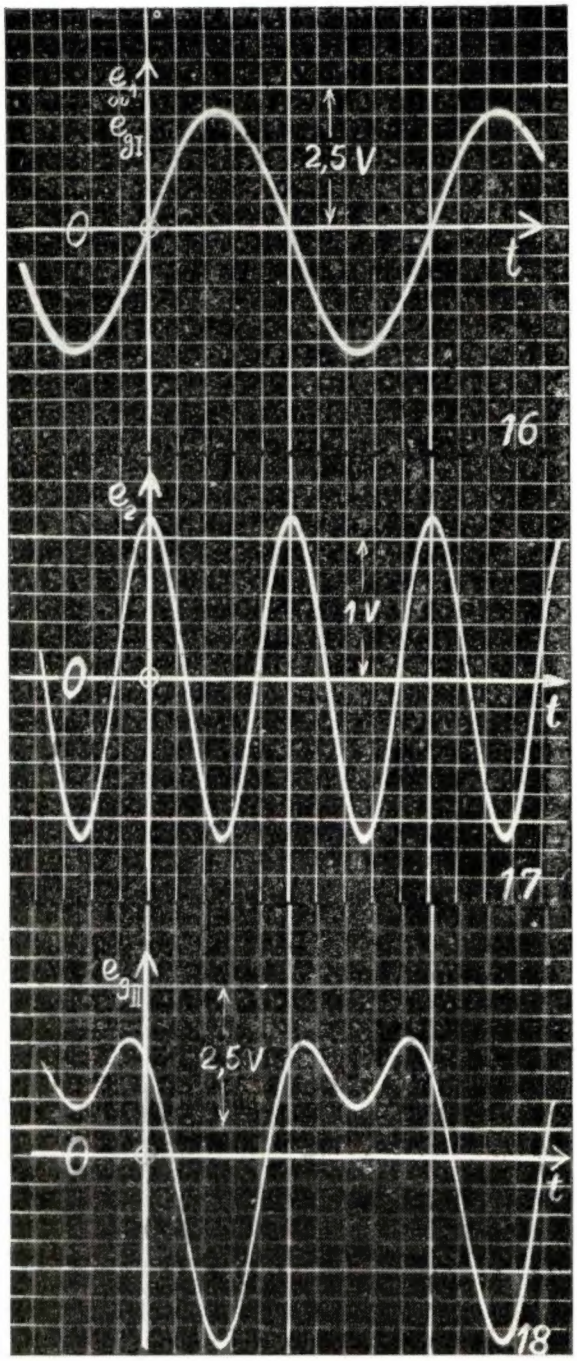
Os oscilogramas números 16 a 20 dizem todos respeito ao regime que corresponde ao centro da faixa de funcionamento, sendo portanto $\phi_f = \pi/2$.

Osc. n.º 16 — Mostra a oscilação sub-harmónica e_1 que podemos encarar como a saída do gerador (metade inferior da bobina).

Como se vê é sinusoidal bastante pura. A tensão aplicada entre a grelha e cátodo do tubo I é idêntica a esta (metade superior da bobina) (1).

Osc. n.º 17 — Representa o sinal sincronizante

(1) — Referimo-nos exclusivamente à parte variável das grandezas mencionadas e que os oscilogramas representam.

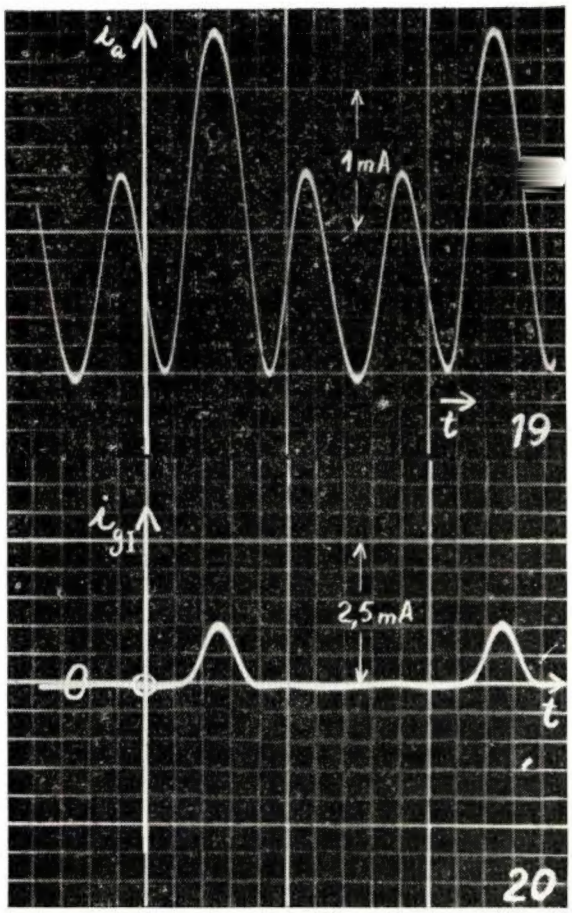


Oscilogramas n.os 16, 17 e 18
Funcionamento com $\phi_f = \pi/2$. Oscilogramas das tensões

e_2 que constitui portanto a entrada do gerador.

Osc. n.º 18 — Representa a tensão entre a grelha e cátodo de tubo II (1). É a sobreposição do sinal sincronizante e_2 com $-e_1$. Note-se que os máximos positivos desta tensão são da ordem de 2V apenas não implicando portanto condução

(1) Ver página anterior.



Oscilogramas n.º 19 e 20
Funcionamento com $\phi_f = \pi/2$. Oscilogramas das correntes

de corrente de grelha no tubo II; isto deve-se à posição particular da fundamental e da 2.ª harmónica que compõem esta tensão e que a tornam assimétrica.

Osc. n.º 19 — Representa a corrente anódica (1) cuja forma é semelhante à do oscilograma n.º 10 do Apêndice I. Este corresponde a uma situação idêntica quanto à fase mas com tensões simétricas aplicadas aos dois tubos. É bem evidente a existência dum componente com a frequência da sub-harmónica e em fase com ela.

Osc. n.º 20 — Mostra os impulsos de corrente de grelha do tubo I. Ocorrem evidentemente nos máximos de e_1.

Notando que a corrente i_e seria dada pela soma das correntes representadas nos oscilogramas n.º 19 e n.º 20 vemos que essa corrente, atendendo aos sinais positivos que para ela e para a tensão e_1 arbitrámos, põe em jogo potência activa positiva correspondendo ao fornecimento de

energia ao circuito oscilante. Por outro lado a corrente i_{g1} também põe em jogo uma potência activa positiva, porém atendendo aos sinais, ela corresponde a fornecimento de energia pelo circuito oscilante.

Todos os oscilogramas foram tirados com a mesma velocidade de varredura tendo sido em todos eles assinalada uma origem dos tempos comum.

2 — Funcionamento em regime dinâmico

Por funcionamento em regime dinâmico entendemos o comportamento do gerador de sub-harmónica quando é abandonado a si próprio com determinada amplitude e com uma fase que é diferente daquele que se obtém no regime estacionário final.

O estudo teórico deste comportamento foi feito no Capítulo IV e os resultados são traduzidos pelos gráficos IV-A e IV-B. Pretendemos agora observá-lo experimentalmente.

2.1 – *Estabelecimento de condições iuiciais determinadas*

Continua a utilizar-se o esquema de ligações da Fig. 10 a que se juntou o circuito de comando representado em pormenor na Fig. 13.

Enquanto a tensão e_{AB} for nula e em virtude da polaridade da bateria o díodo conduz estabelecendo o curto-circuito do circuito oscilante pela

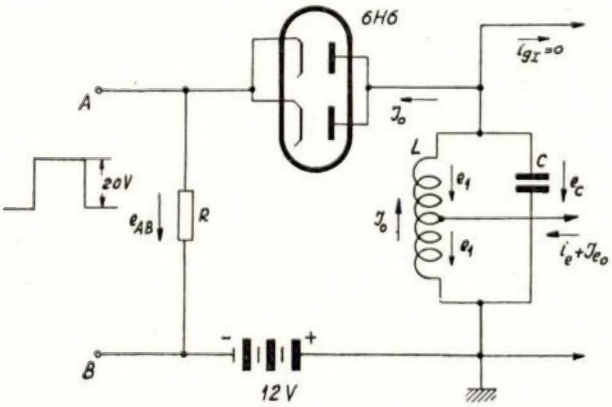


Fig. 13
Circuito de comando

resistência R. Desta maneira impede-se que o gerador de sub-harmónica funcione, embora se tenham realizado todas as outras condições para isso. A aplicação duma tensão e_{AB} positiva que exceda a f.e.m. da bateria torna o díodo não condutor deixando o circuito oscilante livre.

Com este dispositivo podemos por intermédio de um impulso eléctrico consentir que num instante bem determinado o gerador entre em funcionamento e seja mais tarde de novo parado quando terminar o impulso.

Ao interromper-se bruscamente a passagem de corrente no díodo, a corrente contínua I_0 que atravessava a bobine do circuito oscilante deixa de poder fechar-se pelo díodo como fazia anteriormente. A energia magnética que lhe está associada que é dada por

$$W_m = \frac{1}{2} L I_0^2$$

não pode desaparecer bruscamente, a corrente I_0 passará, no instante que imediatamente se segue à interrupção, a circular pelo ramo do condensador que tinha tensão nula aos terminais.

Inicia-se assim uma oscilação que 1/4 de período mais tarde transferiu toda essa enegia para o condensador (desprezando o amortecimento). A tensão aos seus terminais será então tal que

$$\frac{1}{2} C E_c^2 = \frac{1}{2} L I_0^2$$

ou seja:

$$E_c = R_0 I_0 \qquad R_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Se nos referirmos como habitual à tensão e_1 em metade da bobine, a amplitude inicial da oscilação que assim se estabelece será dada por

$$E_1 = \frac{E_c}{2} = \frac{R_0 I_0}{2}$$

No instante em que se dá a interrupção a oscilação e_1 tem o valor instantâneo zero e cresce positivamente dado o sentido da corrente I_0.

O esquema da Fig. 13 não só comanda o gerador de sub-harmónica com lhe impõe condições iniciais bem definidas.

Outro circuito de comando baseado nos mesmos princípios e que também utilizámos vai indicado na Fig. 14. A simetria do arranjo faz com que as duas metades da bobine sejam percorridas por correntes cujo efeito magnético se anula mùtuamente. Não há energia inicial, o gerador de sub-harmónica é comandado sem que se estabeleça nenhuma oscilação inicial. Desiquilibrando o circuito com o cursor da resistência R

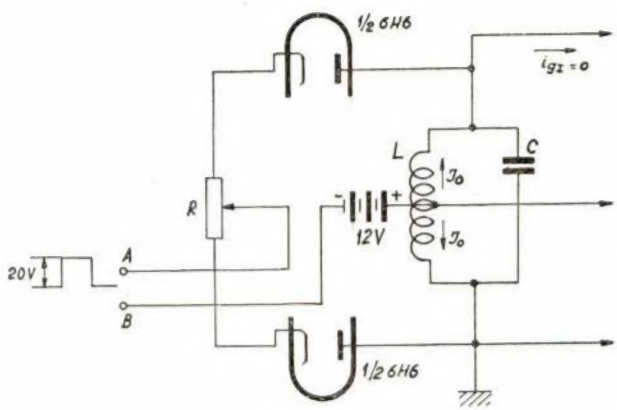


Fig. 14

Circuito de comando

(Fig. 14) podemos obter a amplitude inicial que desejarmos desde zero até um valor máximo.

2.2 — *A fixação do instante em que o gerador de sub-harmónica deve ser largado.*

A origem dos tempos que utilizámos em todo o trabalho foi sempre determinada pelos instantes em que o sinal sincronizante passa por um máximo.

Designando por t_1 o instante em relação a esta origem em que o díodo do circuito da Fig. 13 interrompe escrevamos a expressão do valor instantâneo da sub-harmónica no instante t_1

$$(e_1)_{t_1} = E_1 \cos (\omega t_1 + \phi)$$

pelo que dissemos quanto às condições iniciais impostas pela interrupção da corrente I, terá de ser

$$\omega t_1 + \phi_0 = \frac{3\pi}{2} \qquad \text{VI-9}$$

Empregando esta relação, podemos determinar o instante t_1 em que deve ser largado o gerador de sub-harmónica para que se realizem as condições correspondentes a uma fase inicial ϕ_0 determinada, a partir da qual queiramos observar a evolução da oscilação.

No instante t_1 o sinal sincronizante apresentará também uma certa fase que interessa conhecer.

Basta, para isso, substituir t_1 dado por VI-9 na expressão de e_2

$$e_2 = E_2 \cos 2\omega t$$

$$(e_2)_{t_1} = E_2 \cos (3\pi - 2\phi_0)$$

Para se obterem as condições relativas a determinado ϕ_0 o gerador deve ser largado quando a fase do sinal sincronizante for

$$3\pi - 2\phi_0 \text{ (1)}$$

Temos portanto de conseguir periòdicamente um impulso de comando cuja frente ocorra precisamente neste valor da fase do sinal sincronizante. Esse impulso deve durar o tempo necessário para observação da evolução, (da ordem de uma centena de períodos ou mais, dadas as condições de evolução lenta que caracterizam o funcionamento que desejamos observar) sendo seguido de um tempo morto em que a oscilação é atenuada até zero antes de se iniciar novo período de observação.

O carácter repetitivo da manobra é essencial para a observação visual com o oscilógrafo que é indispensável para o ajuste. A fotografia exige apenas a execução dum ciclo destes.

A frente dos impulsos de comando tem portanto de ser localizada com toda a precisão em relação ao sinal sincronizante. O máximo erro tolerável será sempre uma pequena fracção do período do sinal sincronizante. Como o intervalo entre sucessivas frentes pode ser de muitas centenas de períodos não é possível obter bons resultados com um simples gerador de impulsos sincronizado.

Utilizou-se para este fim o circuito relativo ao eixo dos tempos dum oscilógrafo de raios catódicos que dispunha das facilidades necessárias.

2.3 — *Condições em que foram tirados os oscilogramas*

Afim de nos aproximarmos tanto quanto possível das condições teóricas procurámos reduzir os números A, B e D o mais possível. Para reduzir A usámos o desamortecimento artificial do circuito oscilante ajustando convenientemente os pontos de funcionamento dos tubos. Em condições de estabilidade aceitável obteve-se a redução a 1/4 do seu valor natural. Este ajuste realizou-se observando com o oscilógrafo a oscilação livre do circuito sem sinal sincronizante e medindo o seu amortecimento. Veja-se o oscilograma n.º 21 de cuja medição se obtém

$$A = 3{,}7 \times 10^{-3}$$

(1) Ou igualmente $\pi - 2\phi_0$. Mudaremos apenas do domínio I para o II (Fig. 7).

Usou-se para amplitude do sinal sincronizante 120mV$_{ef}$. Calculando B pela expressão VI-6 que anteriormente utilizámos obtém-se

$$B = 5{,}4 \times 10^{-3}$$

Realiza-se assim

$$\alpha = \frac{A}{B} \cong 0{,}7$$

como para as curvas teóricas IV-A e IV-B.

O circuito de comando foi ajustado de modo a proporcionar oscilogramas que se iniciam com a fase $\phi_0 = 3\pi/4$. Os contornos dos oscilogramas poderão ser comparados com as curvas teóricas dos gráficos IV-A e IV-B.

A duração das oscilogramas é de 50 ms. Calculando o intervalo equivalente em termos de τ' obtém-se :

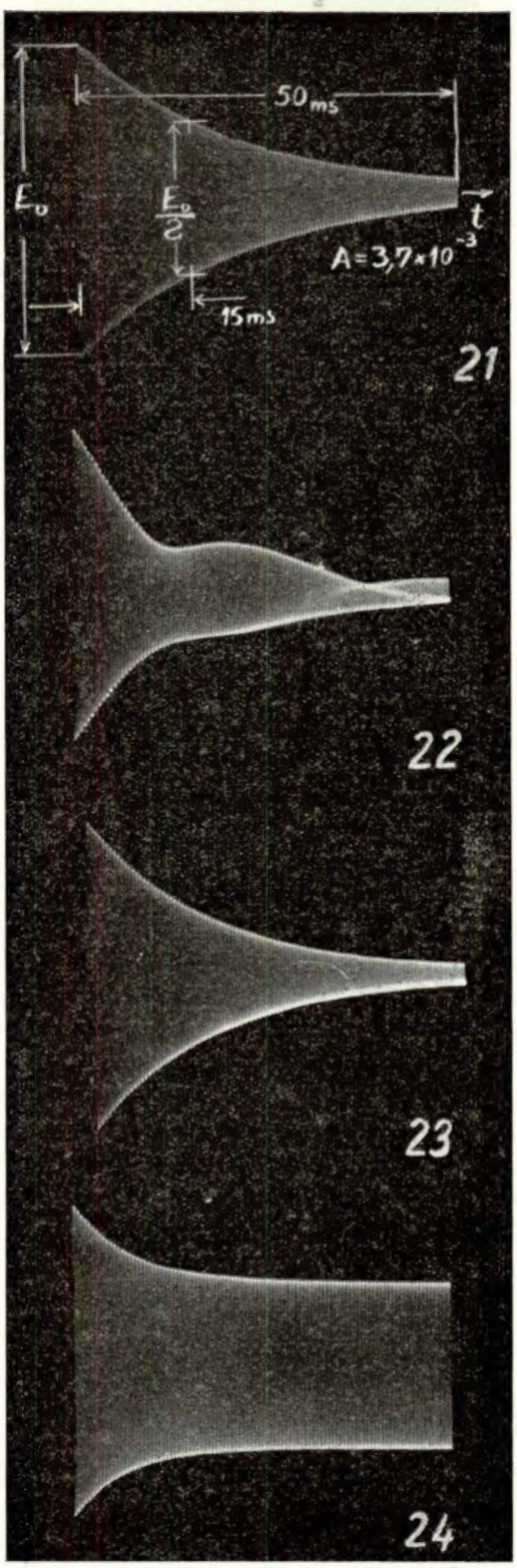
$$\tau' = B\,\Delta\tau = B\,\omega_0\,\Delta t = 3{,}4$$

onde

$$\omega_0 = 2\pi f_0 \quad \text{com} \quad f_0 = 2\ \text{KHz}$$

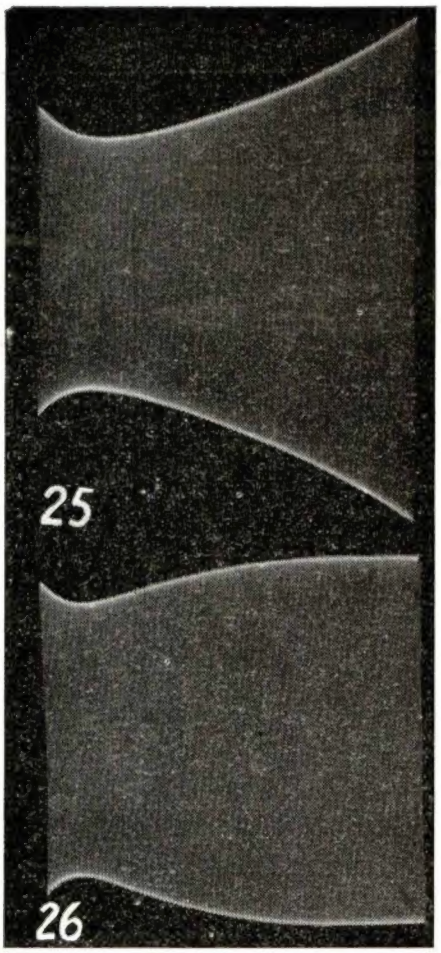
Os oscilogramas números 22 a 28 foram tirados mantendo constantes as condições que enunciámos tendo-se variado ùnicamente a frequência do sinal sincronizante. Isto corresponde a variar o δ das curvas teóricas, Obtiveram-se assim algumas das formas característtcas do andamento da amplitude que se encontram no gráfico IV-A. O oscilograma n.º 25 corresponde à frequência central ($\delta = 0$) tendo sido tirado com o sinal sincronizante em 3.973 Hz. Os oscilogramas que se encontram antes e depois deste foram tirados para frequências dispondo-se simètricamente em relação à frequência central. Representaremos por f_2 a frequência do sinal sincronizante.

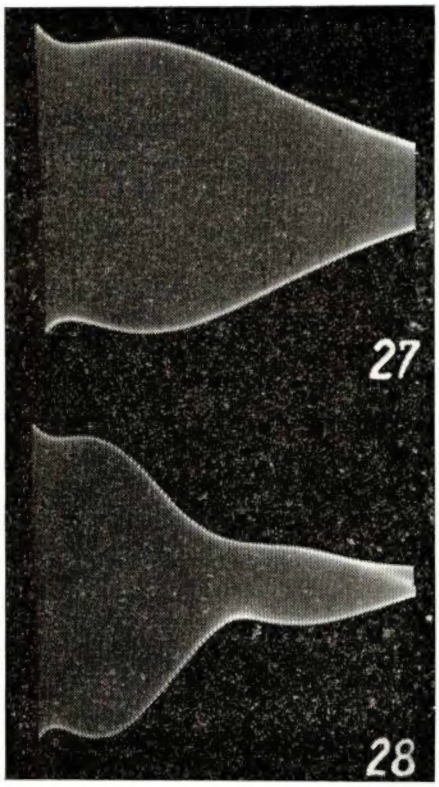
Osc. n.º 22 — $f_2 = 3.931$ Hz. Corresponde à curva de $\delta = 2$. Trata-se dum caso em que não há fase síncrona ; a amplitude decresce em média mas tem flutuações e até troços crescentes quando a fase passa pelos valores em que a derivada da amplitude se torna positiva; o que ocorre periòdicamente. Nota-se neste como noutros oscilogramas uma certa assimetria entre a envolvente dos máximos e a envolvente dos mínimos. A assimetria é devida à presença de segunda harmónica, torna-se muito evidente quando a amplitude da oscilação é pequena. A posição relativa da segunda harmónica e da fundamental não é sempre a mesma, pelo que nem sempre a assimetria é evidente. (Vejam-se as formas típicas de



Oscilogramas n.ºs 21 a 24

Evolução da amplitude da oscilação sub-harmónica no tempo





Oscilogramas n.os 25 a 28
Evolução da amplitude da oscilação sub-harmónica no tempo

combinação de 1.ª e 2.ª harmónica nos oscilogramas números 9 e 11 do Apêndice I).

Osc. n.º 23 — $f_2 = 3.952$ Hz. Corresponde à curva de $\delta = 1$. Trata-se do caso limite em que já há fase síncrona. Este oscilograma teòricamente devia apresentar o mesmo andamento que o oscilograma n.º 21 que dá o regime livre sem sinal sincronizante.

Osc. n.º 24 — $f_2 = 3.962$ Hz. Corresponde à curva $\delta = 0{,}71$. Trata-se também de um caso limite, mas agora limite da faixa de funcionamento. É o primeiro oscilograma para o qual as amplitudes não tendem finalmente para zero. A amplitude é constante no limite, mas o seu valor não é determinado pelo sistema e é sim uma certa fracção da amplitude inicial. Qualquer desvio das condições estabelecidas originará amplitudes crescentes ou decrescentes.

Osc. n.º 25 — $f_2 = 3.973$ Hz. Corresponde à curva $\delta = 0$. As amplitudes são crescentes, estamos dentro da faixa de funcionamento.

Osc. n.º 26 — $f_2 = 3.984$ Hz corresponde à curva $\delta = -0{,}71$. Representa o outro limite da faixa de funcionamento. Para tempos suficientemente grandes a fase tende para um valor em que a derivada da amplitude é nula. Aqui isto acontece depois do sistema ter atravessado a faixa de amplitudes crescentes e a amplitude final é maior que a inicial enquanto que no caso do oscilograma n.º 24 não chegou a entrar nessa zona sendo portanto a amplitude final menor que a inicial. Energèticamente, no caso do oscilograma n.º 26 os tubos têm oportunidade de acrescentar alguma energia à energia que inicialmente comunicámos ao circuito oscilante, no caso do oscilograma n.º 24 parte da energia inicial é, pelo contrário, retirada.

Osc. n.º 27 — $f_2 = 3.994$ Hz. Corresponde a $\delta = -1$. É o outro limite da região em que há fase síncrona. Porém ao contrário do que acontecia no oscilograma n.º 23, a fase inicial é aqui diferente da final. O sistema evolui atravessando a faixa das amplitudes crescentes (Gráf. IV-A) dando correspondentemente um troço em que a amplitude cresce. As duas estacionaridades que se observam correspondem à entrada e saída dessa faixa.

Osc. n.º 28 — $f_2 = 4.015$ Hz. Corresponde a $\delta = -2$. Tal como para o n.º 22, não há fase síncrona. Porém neste caso a fase progride em sentido contrário, de modo que logo após o arranque, se entra na zona de amplitudes crescentes. A amplitude decresce em média, mas flutuando sempre. O sistema evolui atravessando periòdicamente a faixa das amplitudes crescentes.

Os oscilogramas apresentados até aqui mostram o comportamento para τ' positivo. Não é prático começar estes oscilogramas mais atrás empregando outro ϕ_0 porque pequenos erros no estabelecimento do ϕ_0 tomam grande importância devido às curvas da fase tenderem a ficar horizontais não sendo possível obter estabilidade adequada. Por isso e ainda para confirmar a propriedade enunciada em (IV-5.3-d), recorremos ao artifício de utilizar um valor de A simétrico do que utilizámos até aqui, passando portanto o sistema a ser auto-excitado mesmo sem sinal sincronizante. Iniciando à mesma os oscilogramas para $\phi_0 = 3\pi/4$, o andamento das amplitudes será dado pelo gráfico IV-3 progredindo o tempo no sentido dos τ' τ' negativos.

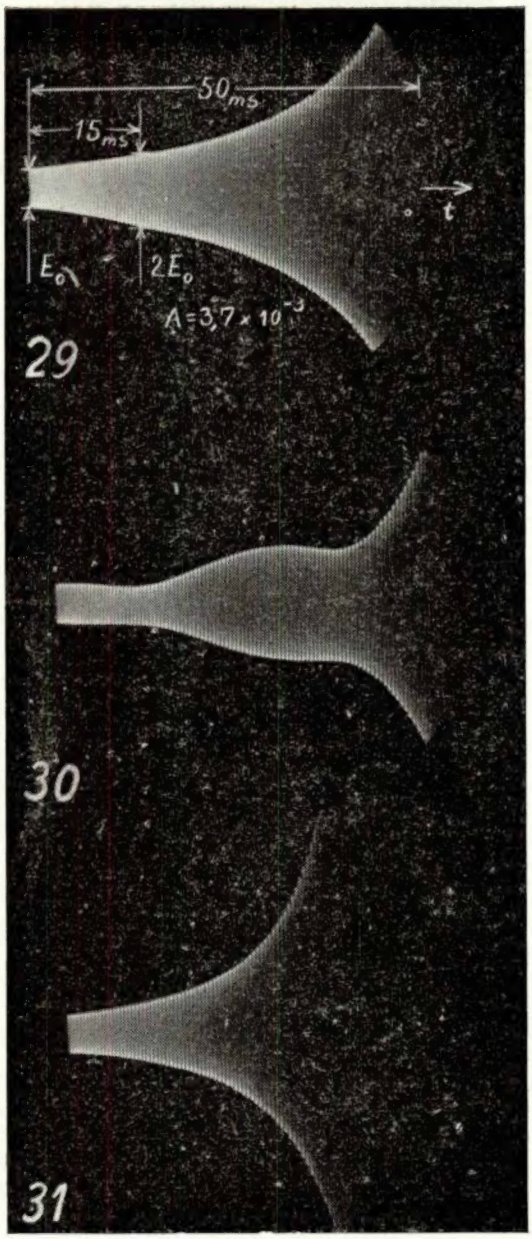
O ajuste de A realizou-se do mesmo modo pela observação da oscilação livre que é agora exponencialmente crescente (Oscilograma n.º 29). A duração dos oscilogramas é também de 50 ms.

Nota — O contorno arredondado no extremo direito dos oscilogramas deve-se a ter sido atingido o limite do alvo do tubo de raios catódicos e não é portanto uma diminuição da amplitude da oscilação.

Osc. n.º 30 — $f_2 = 3.915$ Hz. Corresponde a $\delta = 2$.

Não há fase síncrona, as amplitudes são em média crescentes mas atravessa-se, por vezes, zonas de amplitude descrescente. Consultando a Fig. 8 para o caso de $A < 0$, vemos que existirão faixas de amplitude descrescente centradas em 0 e π. Só os regimes que não têm fase síncrona atingem e passam por essas zonas (Veja-se o andamento da fase em IV-A que é o mesmo que anteriormente por não depender de A), assim só estes regimes poderão apresentar troços de amplitude decrescente.

Osc. n.º 31 — $f_2 = 3.945$ Hz. Corresponde a $\delta = 0{,}71$. Há fase síncrona, as amplitudes são crescentes. O crescimento é mais rápido que sem sinal sincronizante visto que para o valor de ϕ_f que se obtém, o termo em B na derivada da amplitude é positivo. O sinal sincronizante aumenta a potência activa posta em jogo.



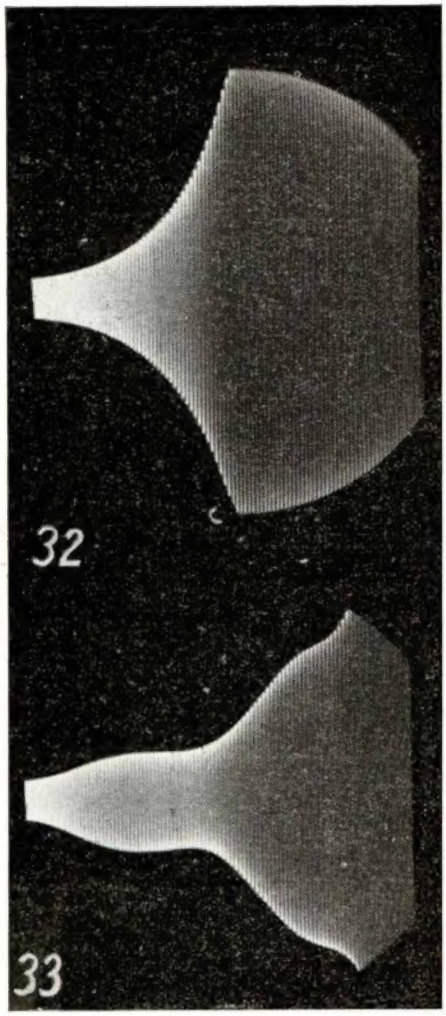
Oscilogramas n.ºs 29, 30 e 31

Evolução da amplitude da oscilação sub-harmónica no tempo

Osc. n.º 32 — $f_2 = 3.960$ Hz. Corresponde a $\delta = 0$. Este caso é o que apresenta um crescimento mais rápido no limite porque $\phi_f = \pi/2$ (Veja-se Fig. 8).

É certo que para o δ negativo o crescimento é de início mais rápido, mas torna-se depois mais lento assim que a fase ultrapassa $\pi/2$.

Osc. n.º 33 — $f_2 = 4.005$ Hz correspondente

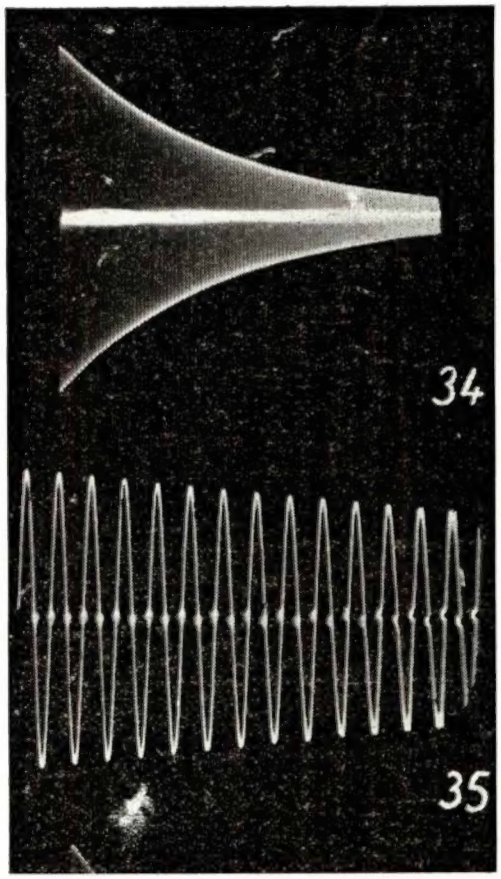


Oscilogramas n.os 32 e 33
Evolução da amplitude da oscilação sub-harmónica no tempo

a $\delta = -2$. Já não há fase síncrona, temos amplitudes crescentes com flutuação.

Os regimes figurados neste oscilograma e no oscilograma n.º 30 têm o mesmo andamento que se verificou nos oscilogramas números 28 e 22 a que correspondem os mesmos valores de δ sòmente têm o eixo dos tempos ao contrário.

Os oscilogramas anteriores permitiram constatar a evolução da amplitude da oscilação, mas não permitem observar a evolução da fase. Para tornar a fase visível nos oscilogramas empregou-se a técnica das marcas desencadeadas pelo próprio sinal sincronizante que foi descrita anteriormente em VI-1.4. Aqui a posição das marcas foi ajustada para que no início do oscilograma as duas marcas estivessem em coincidência.



Oscilogramas n.os 34 e 35
Evolução da fase no tempo. Oscilações livres

Sendo a a distância entre máximo e mínimo da oscilação num dado instante e b a distância entre as marcas, o ângulo ϕ_1 de que a fase rodou a partir do instante inicial do oscilograma será tal que

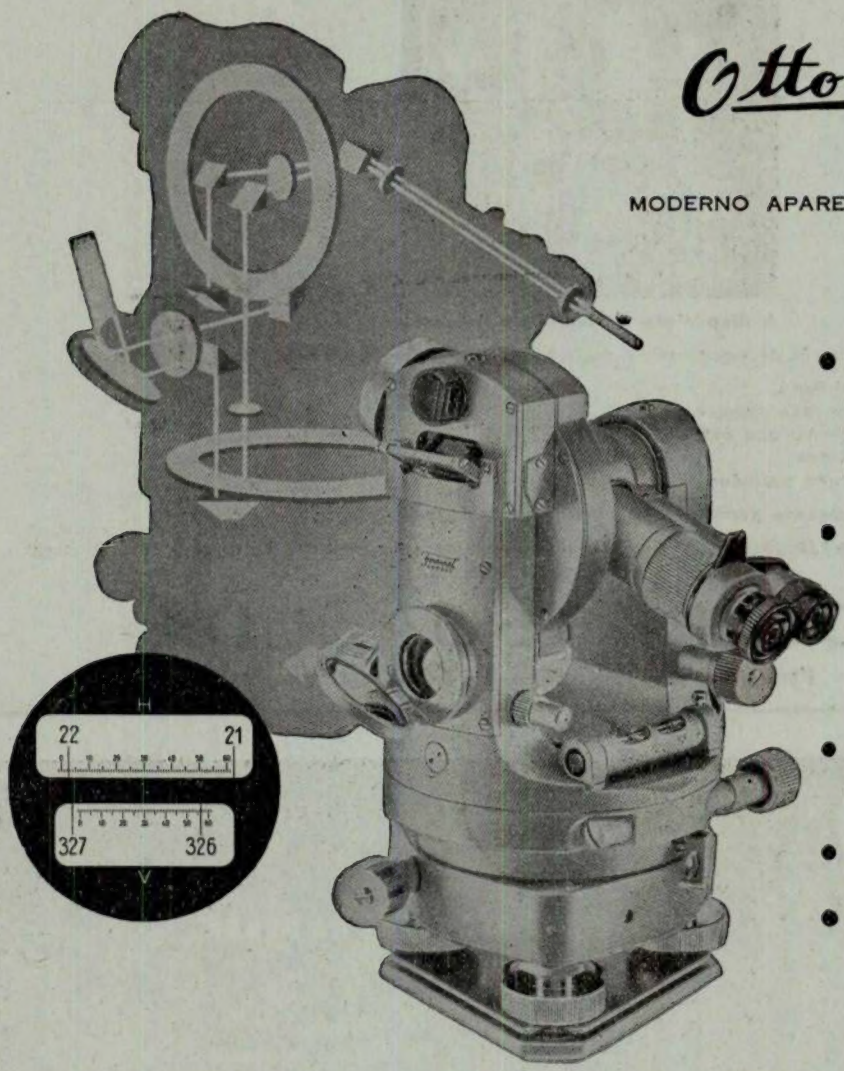
$$\text{sen } \phi_1 = \frac{b}{a}$$

Nos oscilogramas as sucessivas marcas aparecem como dois traços. Sempre que esses dois traços tendam a acompanhar os outros dois que delimitam a oscilação, significa que a oscilação tende para um valor bem determinado da fase; é o que se dá nos oscilogramos números 37 a 41, quando esses dois traços oscilam como nos n.os 36 e 42 significa que a fase vai progredindo. Cada vez que se cruzam significa que houve uma desfazagem de meio período ganho ou perdido (1).

Osc. n.º 34 — Corresponde à oscilação livre do sistema sem sinal sincronizante. Usando porém

(1) A determinação do sentido só se pode fazer num oscilograma de pormenor como o n.º 35.

TEODOLITO TAQUEOMÉTRICO FTI



Otto-Fennel

MODERNO APARELHO DISPONDO DE:

- Observação simultânea dos dois limbos pelo microscópio colocado ao lado da ocular da objectiva
- Leitura por sistema directo de 1c e décimos por estimativa
- Leitura do nível vertical por coincidência
- Prumo óptico
- Grande luminosidade

Características ópticas e mecânicas

Telescópio analáctico com lente de focagem interna, retículo medidor de distância, telescópio reversível com o extremo da objectiva.

Constante de adição	zero
Constante de multiplicação	100
Comprimento do telescópio	190 mm
Abertura da objectiva	36 mm
Ampliação	28 x
Distância mínima de mira	1 m
Nível redondo	6' a 8'
Nível de reversão	30"
Nível de horizontalidade paralelo ao eixo de inclinação	40"

Nível junto ao círculo vertical legível por ajustamento da coincidência 40". Passo circunferencial sobre círculos de vidro 360° ou 400g, de 1° ou de 1g.

Diâmetro do círculo horizontal 90 mm, do círculo vertical 70 mm

Leitura directa horizontal	1'	1c
Leitura por avaliação	1'	1c
Leitura directa vertical	0,1' = 6"	0,2c = 20cc
Leitura por avaliação	0,2' = 12"	0,25c = 25cc

Pesos: Instrumento 4,7 kg, Tripé com pés extensíveis 6,0 kg, Caixa metálica 4,0 kg

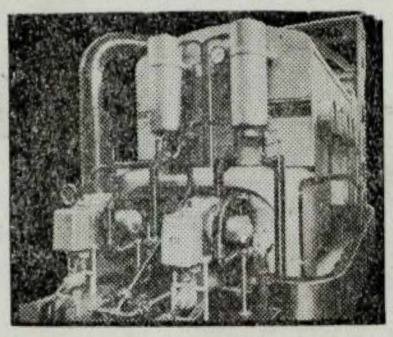
REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES — S. A. R. L.

L. DO RATO, 13 — TEL. 68 21 31/39 — R. DO OURO, 145 — TEL. 2 83 61/2 60 66

FLUIDOTERMUS

Aquecedores-acumuladores industriais



A disposição da indústria nacional

Processo patenteado francês de aquecimento por fluido especial transmissor de energia térmica

- Temperatura até 300º C
- Não têm pressão (Não sujeitos a prova)
- Não têm incrustações nem oxidações
- Não têm purgadores
- Não têm panes nem períodos de paragem.

Com um pequeno permutador a mesma instalação pode produzir vapor

6 unidades para uma produção de 6.000.000 k cal h. foram já encomendadas pela indústria petrolífera para Portugal.
Fabricação inteiramente nacional

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boa Vista, 63 — LISBOA

Alemanha

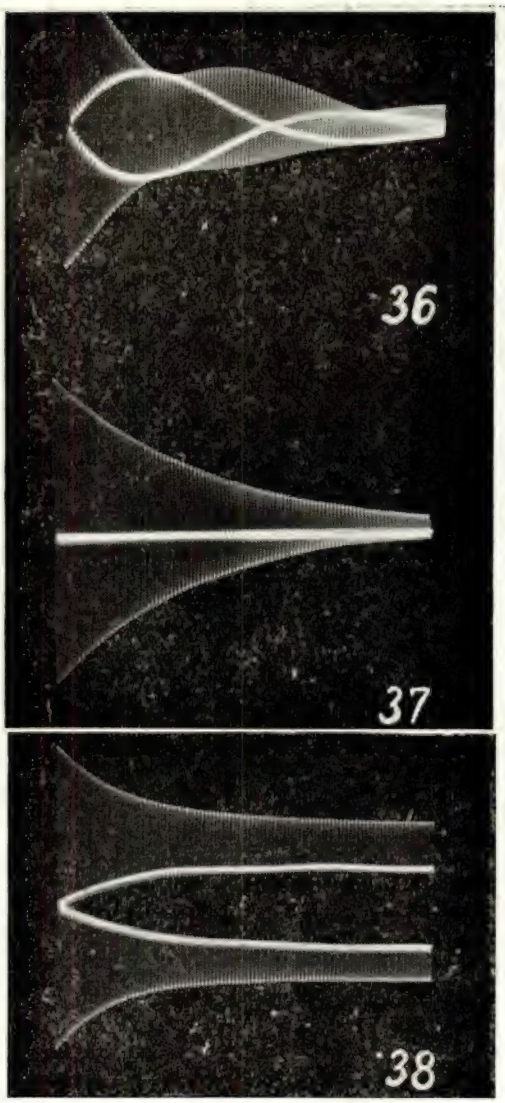
do mesmo modo o oscilador que fornece o sinal sincronizante para desencadear as marcas e fazendo coincidir o início do oscilograma com uma certa fase desse oscilador, podemos medir a frequência do regime livre e constatar o seu isocronismo (se o oscilador de que dispomos for suficientemente estável) ajustando-lhe a frequência até que os traços se mantenham em coincidência ao longo do oscilograma. Essa frequência será então exactamente dupla da frequência da oscilação amortecida. Encontrou-se $f_2 = 3.972$ Hz.

Osc. n.º 35 — Mostra os primeiros períodos da oscilação observada no oscilograma anterior com uma base de tempo dilatada para se observar o pormenor. Verifica-se então que as oscilações arrancam como se previra no sentido positivo partindo do zero (Perde-se uma pequena fracção de período por a base de tempo ser desencadeada pelo mesmo impulso que o gerador de sub-harmónica; idealmente este último devia ser desencadeada por um impulso com um pequeno atraso fixo em relação ao que desencadeia a base).

Podem aqui individualizar-se as marcas e verifica-se, com o pormenor que a ampliação permite, que de facto a frequência da oscilação é, no troço observado, ligeiramente superior à que é definida pelas marcas. Este método, medindo a desfazagem que é o integral da diferença de frequências ao longo do tempo, pode detectar com facilidade pequenas diferenças de frequência e dar uma indicação visual das mesmas.

Os oscilogramas números 36 a 42 correspondem aos mesmos regimes que os oscilogramas números 22 a 28. Limitaremos as observações a seu respeito aos aspectos relativos ao andamento da fase que agora se pode observar.

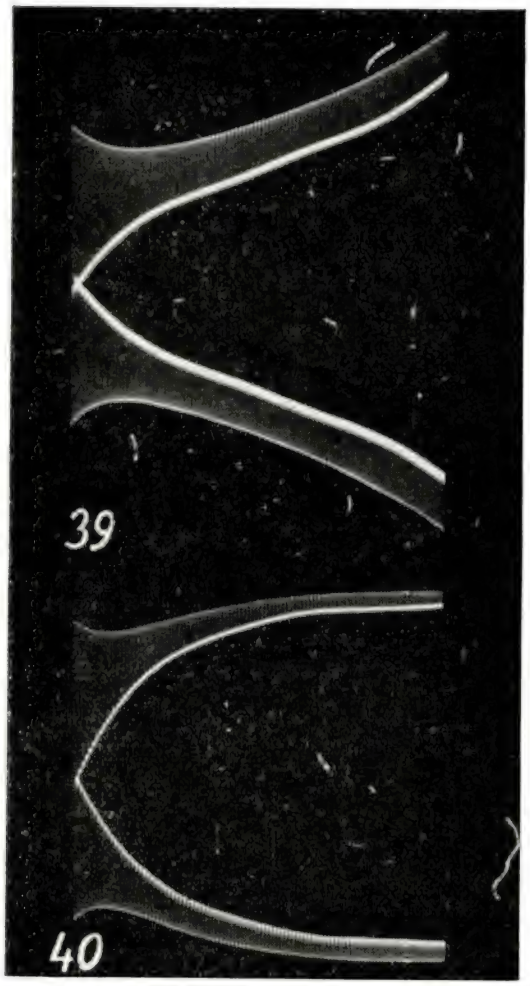
Osc. n.º 36 — Não há fase síncrona. As flutuatuações de amplitude são acompanhadas pela evolução da fase. Cada período da flutuação corresponde a uma evolução de π na fase e compreende a travessia duma faixa de amplitudes crescentes. Falando em termos de frequência, devemos dizer que a frequência nestes casos em que não há fase síncrona não é constante visto que a fase não evolui com derivada constante (Veja-se o gráfico IV-A). Pode porém falar-se dum valor médio da frequência que se podia obter aproximando a curva da fase em função do tempo por uma recta. A inclinação desta recta daria a diferença entre a frequência da sub-harmónica e a tal frequência média. Verifica-se que



Oscilogramas n.ºs 36, 37 e 38
Evolução da fase da oscilação sub-harmónica no tempo

esta frequência média é intermédia entre a frequência ω_0 e a frequência ω da sub-harmónica aproximando-se tanto mais desta última quanto mais próximos nos encontramos da situação de sincronismo.

É portanto deste modo que aqui encontramos o fenómeno da «atracção» das frequências que se regista em osciladores duma forma geral quando neles se injecta um sinal, que está prestes a conseguir o sincronismo, mas que é ainda insuficiente. A interferência do sinal injectado na fase das oscilações dá-se através da potência reactiva que em determinados intervalos de tempo é posta em jogo e que tende a aproximar as duas frequências.



Oscilogramas n.os 39 e 40

Evolução da fase da oscilação sub-harmónica no tempo

Osc. n.º 37 — Como está previsto, a fase é a fase inicial para todo o tempo.

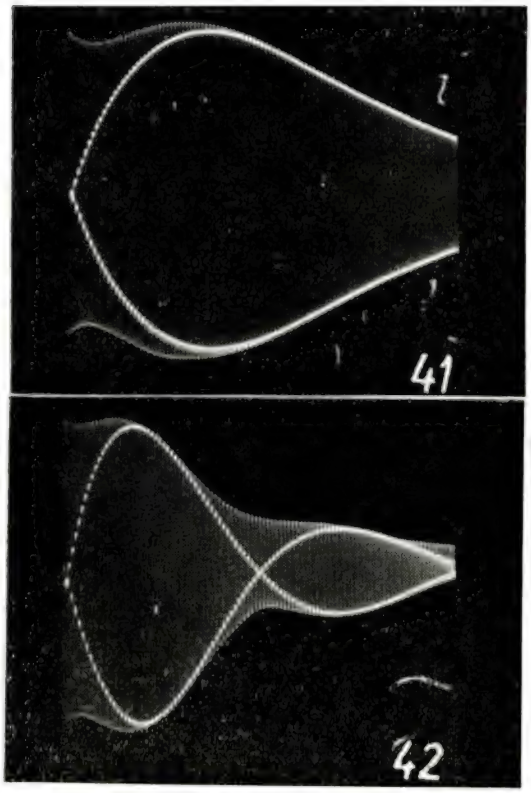
Osc. n.º 38 — Corresponde à curva $\delta = 0{,}71$. Deveríamos ter $\phi_1 = 22{,}2°$. A medida do oscilograma dá 30°.

Osc. n.º 39 — Corresponde à curva $\delta = 0$. Deveríamos ter $\phi_1 = 45°$. A medida do oscilograma dá 52°.

Osc. n.º 40 — Estamos em $\delta = -0{,}71$. Deveríamos ter $\phi_1 = 67{,}5°$. Obtemos 66,5°.

Osc. n.º 41 — Estamos em $\delta = -1$. Deveríamos ter $\phi_1 = 90°$. Obtemos precisamente os 90°, os traços das marcas vêm coincidir finalmente com os máximos da oscilação.

Osc. n.º 42 — Já não há fase síncrona. Estamos em $\delta = -2$. Aplicam-se observações semelhantes às que fizemos para o oscilograma n.º 35. Aqui, se pudessemos observar em pormenor, as



Oscilogramas n.os 41 e 42

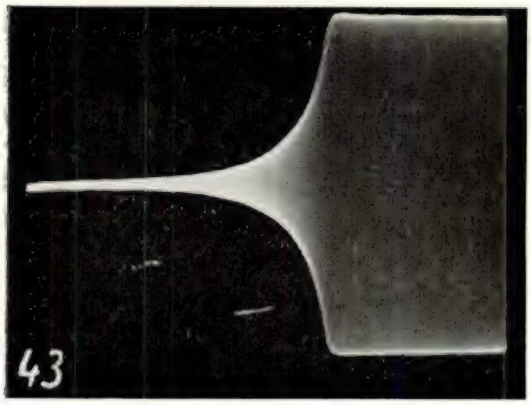
Evolução da fase da oscilação sub-harmónica no tempo

marcas indicariam uma evolução da fase no sentido oposto ao que encontraríamos em $\delta = 2$.

O comportamento do gerador de sub-harmónica no que diz respeito à fase, está pois também experimentalmente confirmado, embora haja algum desacordo do ponto de vista quantitativo, o que não é de estranhar em face das dificuldades de medida.

Osc. n.º 43 — Mostra o nascer expontâneo da oscilação sub-harmónica quando num determinado instante levantamos o curto-circuito do circuito oscilante, estando o sinal sincronizante já aplicado e em condições tais que estejamos dentro da faixa de funcionamento. A limitação da amplitude, como se vê, opera-se bruscamente quando o sistema atinge a amplitude em que se verifica a condução de corrente de grelha.

O tempo que se leva a atingir uma determinada amplitude e que depende da amplitude inicial que precipita o crescimento não é determinado, depende de pequenas causas acidentais. Diferentes oscilogramas destes, apresentam em geral curvas de crescimento distintas e que são



Oscilograma n.º 43

uma translacção no tempo, umas das outras.

A duração do oscilograma foi de 200 ms e a amplitude do sinal sincronizante 250 mV_{ef}. As restantes condições como anteriormente.

2.5 — *Conclusões*

A teoria do gerador de sub-harmónica que nos permitiu estabelecer o comportamento dinâmico das oscilações interpretou devidamente todos os aspectos do funcionamento exibidos pelos oscilogramas apresentados.

Do ponto de vista quantitativo, forneceu números que foi possível mostrar estarem razoàvelmente de acordo com as medições efectuadas.

Pareceu-nos injustificado, pelo contraste entre o esforço adicional requerido e a leve melhoria de resultados que se conseguiria, tentar desenvolver mais, por um lado a teoria, por outro lado a técnica das medidas, com o fito de conseguir entre as duas um acordo mais perfeito.

Em vez disso procurámos mostrar o sucesso da teoria na interpretação dum número tão grande quanto nos foi possível, de factos experimentais capazes de serem registados com o equipamento disponível. Sob este ponto de vista a teoria está plenamente confirmada, traduzindo portanto o que há de fundamental no modo de funcionamento do circuito que nos propusemos estudar.

APÊNDICE III

Determinação das propriedades duma bobine

1 — Exigências a que deve satisfazer a bobine

Para que as condições em que se realizaram os ensaios do gerador de sub-harmónica correspondessem às que se admitiram na teoria, deveria a bobine ter duas metades iguais com ligação magnética entre elas, tão perfeita quanto possível e com o ponto médio acessível. Além disso deveria ser possível constituir com ela um circuito oscilante apresentando um amortecimento suficientemente pequeno numa frequência do domínio das frequências acústicas, domínio em que desejávamos realizar os ensaios afim de ter maiores facilidades de medida.

2 — Finalidade das medidas

Determinar a ligação magnética entre as duas metades duma bobine de que dispunhamos e procurar qual a frequência em que oferecia um factor de qualidade mais elevado e medir esse factor de qualidade.

A bobine consistia num padrão de auto-indução contendo dois enrolamentos, cada um de 10 mH, bobinados sobre a mesma forma. Não continha qualquer núcleo ferromagnético.

3 — Técnica empregada

O esquema de ligações é o da Fig. AIII-1. Constituiu-se com o auxílio dum condensador variável calibrado e com a bonine um circuito de ressonância em paralelo que se ligou aos terminais de medida duma ponte de Wheatstone para corrente alternada.

A frequência de alimentação da ponte foi medida por intermédio de uma ponte de Wien-Robinson alimentada pelo mesmo gerador que a ponte de Wheatstone.

Para cada frequência de interesse, procurou-se o equilíbrio da ponte de Wheatstone ajustando o condensador C do circuito oscilante e a resistência R da ponte.

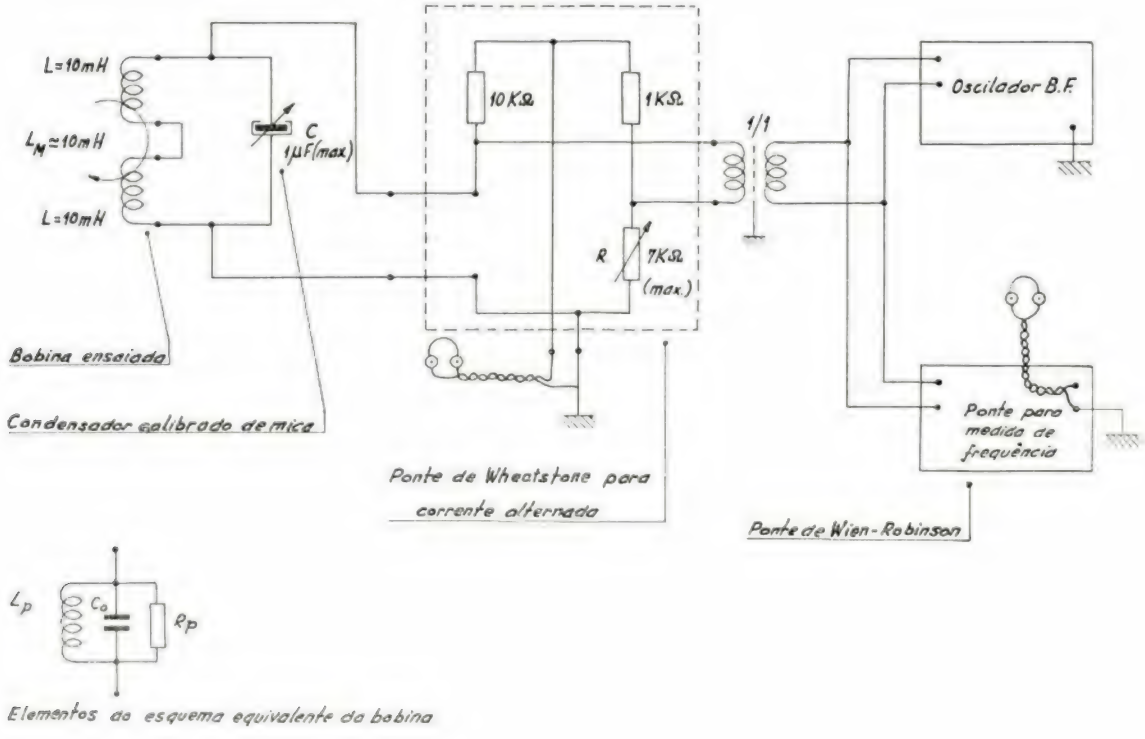


Fig. AIII-1

Esquema da montagem para determinação das propriedades da bobine

No equilíbrio o circuito oscilante está em ressonância de modo a apresentar uma impedância óhmica pura que é equilibrada pela ponte.

Especificaremos as propriedades da bobine através dos elementos do esquema equivalente que acompanha a Fig. AIII-1 em que L_P é a auto-indução equivalente em paralelo, C_o é a capacidade própria do enrolamento e R_P é a resistência equivalente às perdas, em paralelo.

Com este método, R_P é dado directamente pela leitura da ponte de Wheatstone (1). L_P e C_o podem ser determinados pela condição de ressonância do circuito oscilante, que é a seguinte:

$$\frac{1}{\omega^2} = L_P\ (C + C_o)$$

onde ω é a frequência, que é conhecida, assim como a capacidade C do condensador variável.

Fazendo uma representação gráfica de $1/\omega^2$ em função de C deve obter-se uma recta cuja inclinação dará o L_P e cuja intersecção com o eixo das abcissas fixará C_o.

De facto obtém-se uma recta (gráfico n.º 10), o que indica que as propriedades da bobine,

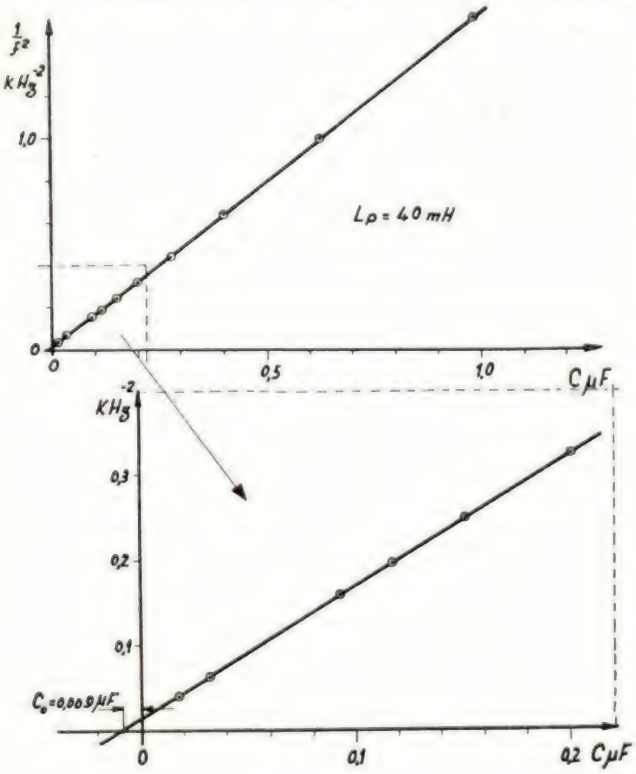


Gráfico n.º 10

Gráficos para a determinação das constantes L_P e C_o

(1) Admitimos que as perdas do circuito oscilante eram devidas exclusivamente à bobine.

pelo menos no domínio de frequências explorado, podem ser adequadamente especificadas pelos elementos do esquema equivalente usado sendo L_P e C_o constantes da bobine. Quando a R_P, verifica-se como é normal uma forte dependência da frequência, dando para a curva do factor de qualidade Q o andamento representado no gráfico n.º 11.

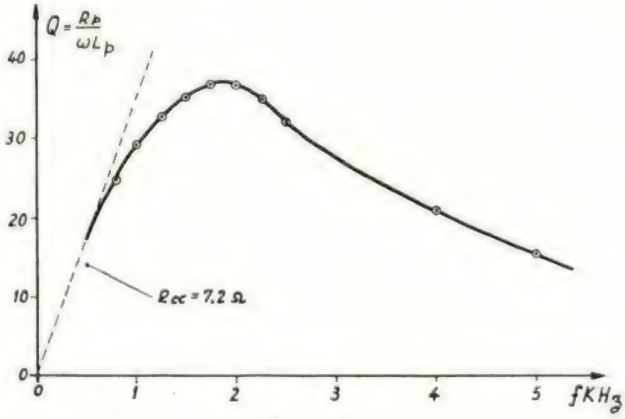


Gráfico n.º 11

Factor de qualidade da bobine em função da frequência

Como é normal, para frequências baixas o Q cresce proporcionalmente à frequência. Deve-se isto ao facto das perdas serem nesta região predominantemente devidas à resistência do fio para a corrente contínua, sendo portanto representáveis por uma resistência série constante. A recta a tracejado mostra qual seria o andamento de Q para o caso das perdas serem ocasionadas pela resistência à corrente contínua ligada em série com a bobine (2).

O factor de qualidade apresenta um patamar e torna a decrescer. Fixámos a frequência da sub-harmónica em 2KHz para melhor aproveitar as propriedades da bobine de que dispunhamos.

4 — Conclusão

A ligação magnética é de facto boa, pois encontramos para a auto-indução total precisamente quatro vezes a de cada uma das metades. Com esta bobine é possível realizar um factor de qualidade máximo de cerca de 37 na região dos 2KHz.

(2) $Q = R_p/\omega L_p = \omega L_s/R_s$ em que L_s e R_s são a anto-indução equivalente em série e a resistência equivalente em série, da bobine. Com R_s constante, Q cresce proporcionalmente à frequência.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País*

I — Breve nota mensal

Sob o ponto de vista hidrológico, o mês de Fevereiro apresentou-se, no conjunto, bastante abaixo da média.

No dia 19 esteve em ensaios a interligação da Rede Eléctrica Nacional com a Rede da Iberduero (ID) através da linha 220 KV Pocinho-Samelle. Verificou-se um trânsito de energia de 190 Mwh em cada um dos sentidos.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1960	1961	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	255,7	264,8	+ 4
Produção térmica (P_t)	4,2	0,0	— 100
Produção total (P_T)	259,9	264,8	+ 2
Exportações (Ex)	—	0,2	—
Importações (I)	—	0,2	—
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) . .	58,4	56,5	— 3
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (1)	201,5	208,3	+ 3,4 (2)

b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1959 e 1960

	1959	1960	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	523,0	567,4	+ 8
Produção térmica (P_t)	8,5	0,0	—100
Produção total (P_T)	531,5	567,4	+ 7
Exportações (Ex)	—	0,2	—
Importações (I)	—	0,2	—
Produção para consumo não perman. (P_{cnp}) . .	121,0	111,9	— 8
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (1)	410,5	455,5	+ 11 (2)

NOTAS:

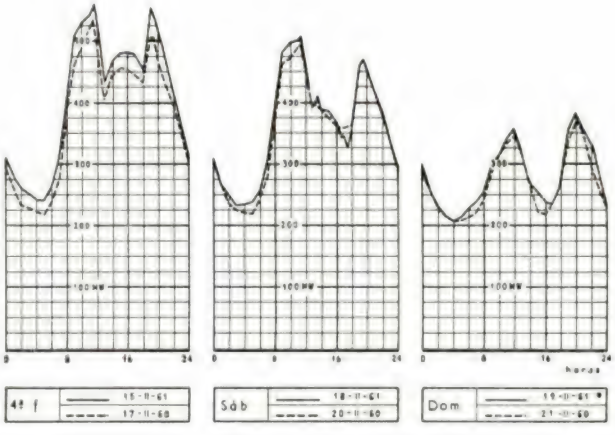
(1) A produção para consumos permanentes (P_{CP}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{CP} = P_T - P_{cnp} + 1 - E_X$

(2) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 7,8 e 12,9 %.

III — Diagrama de carga dos dias característicos

	4.ª feira: 17-2-960	4.ª feira: 15-2-961
Produção hidráulica (P_h) — MWh	9348	10082
Produção térmica (P_t) — MWh . .	0	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	9348	10082
Produção para consumos não permanentes — MWh	1866	1974
Potência máxima MW	534,5	560,5
Potência mínima MW	220,5	243,5
Utilização da ponta (U) — horas	17,5	18,0
Factor de carga (α)	0,73	0,75
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,41	0,43

FEVEREIRO



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês GWh	No fim do mês % (1)
Paradela	216,8	97,4
Venda Nova	119,7	93,5
Salamonde	24,7	89,5
Caniçada	24,2	73,1
Cabril	3,7	1,1
Castelo do Bode	162,3	99,6
Guilhofrei	6,9	83,1
Lagoa Comprida	27,6 (2)	88,1
Santa Luzia	55,4	89,9
Pracana	8,8	66,7
Póvoa	12,4 (3)	94,2
Total . . .	662,3	63,5

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

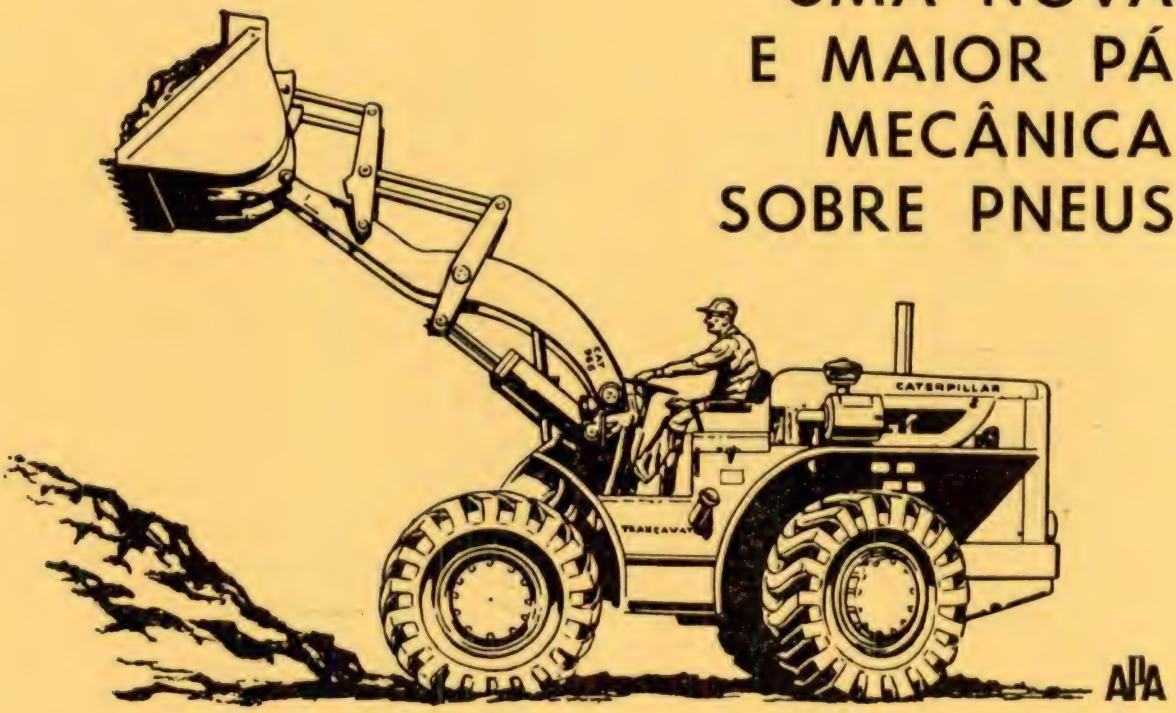
(2) Inclui 2,9 GWh armazenados em Vale do Rossim no no início do mês e 1,7 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 2,7 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês 2,6 GWh no fim do mês.

Não se incluem os aproveitamentos em Ponsul, Montargil, Maranhão, Pego do Altar e Vale do Gaio, dados os condicionamentos de natureza hidroagrícola a que estes aproveitamentos estão sujeitos.

CATERPILLAR*

APRESENTA UMA NOVA E MAIOR PÁ MECÂNICA SOBRE PNEUS



TRAXCAVATOR*

2 ¾ JARDAS CÚBICAS

966

MANOBRA	fácil e rápida, com caixa de velocidades servo-comandada, sistema «power shift»
BALDE	com inclinação automática
POTENCIA	140 HP com motor CATERPILLAR Diesel turbo-alimentado
ESTABILIDADE	perfeita, mesmo com o balde carregado e com alcance máximo de 1,50 m
SEGURANÇA	os braços de comando do balde deixam sempre livre o acesso ao lugar do operador

STET

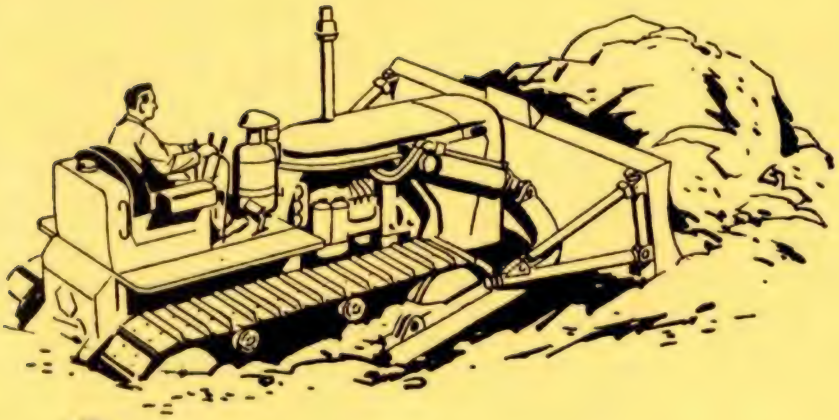
SOCIEDADE TECNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, LDA.

SEDE PROVISÓRIA: AV. DE MADRID, 3-B – LISBOA 1
TELEFS.: 72 40 53, (P. P. C./A.) – 71 06 20 – TELEGS.: STETRA

*«CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO.

CATERPILLAR*

• TRACTORES DE RASTO E DE RODAS • PÁS MECÂNICAS (TRAXCAVATORS*) DE RASTO E DE RODAS • ESCARIFICADORES • BULLDOZERS • SCRAPERS • MOTONIVELADORAS



MOTORES INDUSTRIAIS
•
GRUPOS ELECTROGÉNEOS
•
MOTORES MARÍTIMOS
•
ASSISTÊNCIA
•
PEÇAS SOBRESSALENTES
•
REPARAÇÕES

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS EM:
PORTUGAL, ILHAS ADJACENTES, CABO VERDE E GUINÉ

STET

SOCIEDADE TECNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, LDA.

SEDE PROVISÓRIA: AV. DE MADRID, 3-B – LISBOA 1
TELEFS.: 72 40 53, (P. P. C./A.) – 71 06 20 – TELEGS.: STETRA

*«CATERPILLAR» E «TRAXCAVATOR» SÃO MARCAS REGISTADAS DE CATERPILLAR TRACTOR CO.

C. D. U. 624.072.325

Cálculo de arcos simétricos com três articulações

PELO ENG.º CIVIL J. S. BRASÃO FARINHA

Os arcos de três articulações são sistemas isostáticos para cuja solução basta considerar o equilíbrio das forças exteriores e reacções e exprimir a condição de serem nulos os momentos em B e C, (fig. 1). As reacções de apoio não dependem da forma nem da espessura do arco embora os esforços internos nas diversas secções dependam dessa forma.

I — Reacções de apoio do arco

a) Carga uniformemente distribuída p sobre a extensão $a \leqslant \frac{l}{2}$

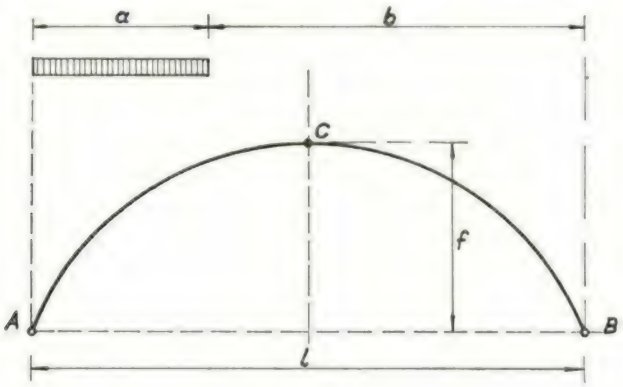


Fig. 1

$$\begin{cases} V_A + V_B = pa \\ V_A\, l - pa\left(l - \frac{a}{2}\right) = 0 \\ V_A \frac{l}{2} - H f - pa\left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2}\right) = 0 \end{cases}$$

Resolvendo o sistema obtem-se

$$\begin{cases} V_A = \frac{pa}{l}\left(l - \frac{a}{2}\right) \\ V_B = \frac{pa^2}{2\,l} \\ H_A = H_B = \frac{pa^2}{4\,f} \end{cases}$$

No caso de ser $a = \frac{l}{2}$

$$\begin{cases} V_A = \frac{3}{8}\,pl \\ V_B = \frac{1}{8}\,pl \\ H_A = H_B = \frac{pl^2}{16\,f} \end{cases}$$

sendo $a = \frac{l}{4}$

$$\begin{cases} V_A = \frac{7}{32}\,pl \\ V_B = \frac{1}{32}\,pl \\ H_A = \frac{pl^2}{64\,f} \end{cases}$$

b) Carga uniformemente distribuída p sobre a extensão $a \geqslant \frac{l}{2}$

$$\begin{cases} V_A + V_B = pa \\ V_A\, l - pa\left(l - \frac{a}{2}\right) = 0 \\ V_A \frac{l}{2} - H_A f - \frac{pl}{2} \times \frac{l}{4} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A = \frac{pa}{l}\left(l - \frac{a}{2}\right) \\ V_B = \frac{pa^2}{2\,l} \\ H_A = H_B = \frac{p}{8\,f}\,(4\,a\,l - 2\,a^2 - l^2) \end{cases}$$

sendo $a = \frac{3}{4} l$

$$V_A = \frac{15}{32} pl$$

$$V_B = \frac{9}{32} pl$$

$$H_A = H_B = \frac{7\, pl^2}{64}$$

sendo $a = l$

$$V_A = \frac{pl}{2}$$

$$V_B = \frac{pl}{2}$$

$$H_A = H_B = \frac{pl^2}{8f}$$

c) Carga concentrada vertical P definida pela abcissa $0 < a \leqslant \frac{l}{2}$

$$V_A + V_B = P$$

$$V_A\, l - P b = 0$$

$$V_A \frac{l}{2} - H_A f - P\left(b - \frac{l}{2}\right) = 0$$

$$V_A = \frac{P b}{l}$$

$$V_B = \frac{P a}{l}$$

$$H_A = H_B = \frac{P a}{2f}$$

d) Carga concentrada vertical P para $\frac{l}{2} \leqslant a < l$

$$V_A + V_B = P$$

$$V_A\, l - P b = 0$$

$$V_A \frac{l}{2} - H_A f = 0$$

$$V_A = \frac{P b}{l}$$

$$V_B = \frac{P a}{l}$$

$$H_A = H_B = \frac{P b}{2f}$$

e) Carga concentrada horizontal P

$$V_A + V_B = 0$$

$$V_A\, l + P a = 0$$

$$H_A + H_B - P = 0$$

$$V_A \frac{l}{2} - H_A f - P b = 0$$

$$V_A = - V_B = - P \frac{a}{l}$$

$$H_A = - \frac{P}{2f} (f + b)$$

$$H_B = P - H_A$$

d) Carga uniformemente distribuída actuando de um lado do arco

$$V_A + V_B = 0$$

$$V_A\, l + \frac{p f^2}{2} = 0$$

$$V_A \frac{l}{2} - H_A f - \frac{p f^2}{2} = 0$$

$$V_A = - V_B = - \frac{p f^2}{2l}$$

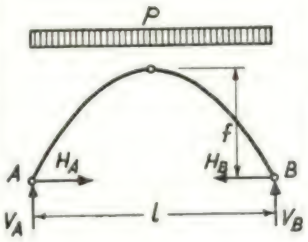
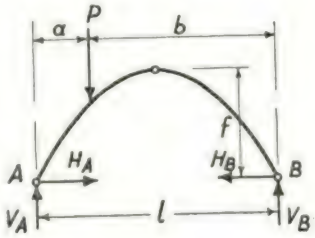
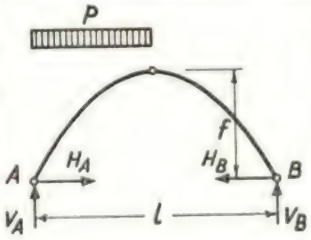
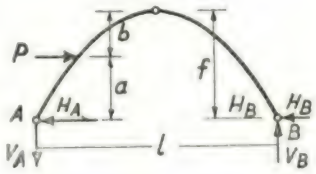
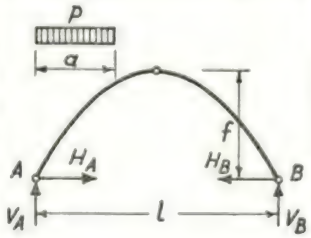
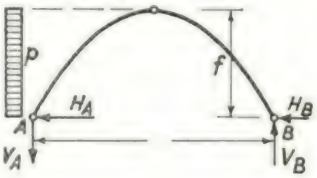
$$H_A = - \frac{3}{4} p f$$

$$H_B = \frac{1}{4} p f$$

Teremos, em resumo, os valores que constam do quadro I.

QUADRO I

Arcos simétricos de 3 articulações

Hipótese de carga	Reacções de apoio	Hipotese de carga	Reacções de apoio
	$V_A = V_B = \frac{pl}{2}$ $H_A = H_B = \frac{pl^2}{8f}$		$V_A = P\frac{b}{l}$ $V_B = P\frac{a}{l}$ Para $o < a \leqslant \frac{l}{2}$ $H_A = H_B = \frac{Pa}{2f}$ Para $\frac{l}{2} \leqslant a < l$ $H_A = H_B = \frac{Pb}{2f}$
	$V_A = \frac{3}{8}pl$ $V_B = \frac{pl}{8}$ $H_A = H_B = \frac{pl^2}{16f}$		$V_A = -V_B = -\frac{Pa}{l}$ $H_A = \frac{P(f+b)}{2f}$ $H_B = P - H_A$
	$V_A = \frac{pa}{l}\left(1 - \frac{a}{2}\right)$ $V_B = \frac{pa^2}{2l}$ $H_A = H_B = \frac{pa^2}{4f}$		$V_A = -V_B = -\frac{pf^2}{2l}$ $H_A = \frac{3}{4}pf$ $H_B = \frac{1}{4}pf$

II — Esforços nas diversas secções do arco

Tomando para referência um sistema de eixos coordenados com origem no apoio A, teremos, para qualquer secção do arco, o momento, esforço normal e esforço transverso respectivamente dados por

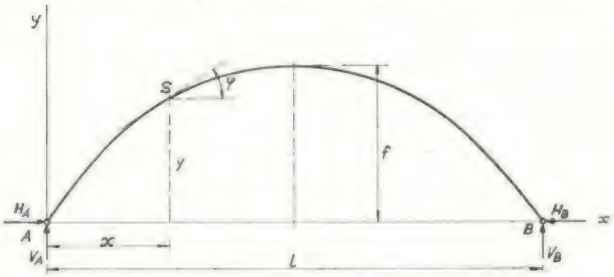


Fig. 2

$$M = V_A\,x - H_A\,y - \mathfrak{M}$$

$$N = V_A \operatorname{sen} \varphi + H_A \cos \varphi - \mathfrak{N}$$

$$T = V_A \cos \varphi + H_A \operatorname{sen} \varphi - \tau$$

sendo:

φ — ângulo formado pela tangente à directriz do arco na secção considerada com a horizontal ou (o que é o mesmo) o ângulo da normal à directriz do arco na secção considerada, com a vertical.

$\mathfrak{M}$ — momento flector das cargas exteriores aplicadas à esquerda da secção, em relação a esta.
$\mathfrak{N}$ — componente normal à secção considerada das forças exteriores, situadas à sua esquerda.
τ — componente tangencial à secção considerada das forças exteriores, situadas à sua esquerda.

Consideram-se quatro tipos de arcos, de directriz parabólica (fig. 3) circular (fig. 4) eliptica (fig. 5) e angular (fig. 6). Teremos:

a) Arco parabólico

$$y = \frac{4fx}{l^2}(l - x)$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{dy}{dx} = \frac{4f}{l^2}(l - 2x)$$

$$\operatorname{sen}\varphi = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\varphi}}$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\varphi}}$$

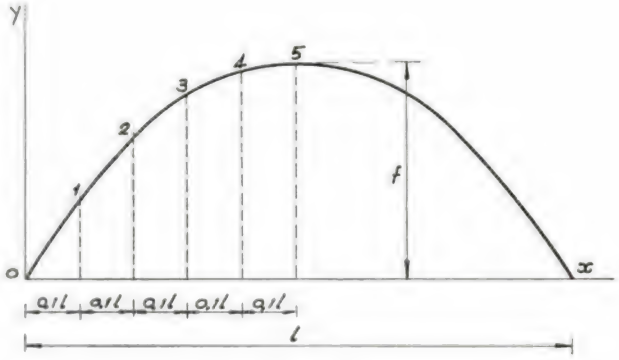


Fig. 3

Considerando as secções 0 a 5 do arco, equidistantes de 0,10 l como mostra a fig. 3 teremos os valores indicados no quadro II.

O quadro III dá os valores de y correspondentes às secções e para as relações f/l consideradas no quadro II.

b) Arco circular

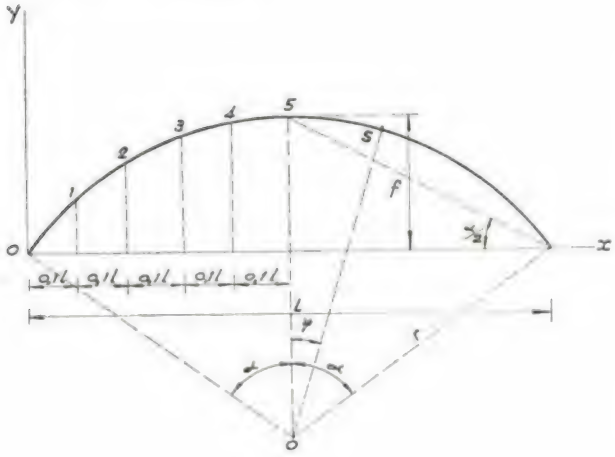


Fig. 4

Da fig. 4 resulta:

$$x = \frac{l}{2} - r \operatorname{sen}\varphi \quad (x < l/2)$$

$$x = \frac{l}{2} + r \operatorname{sen}\varphi \quad (x > l/2)$$

$$y = f - r(1 - \cos\varphi)$$

Recorrendo às expressões

$$f = r(1 - \cos\alpha) = \frac{l}{2}\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$$

$$r = \frac{l}{2\operatorname{sen}\varphi}$$

obtém-se os valores do quadro IV.

Considerando as secções 0 a 5 definidas por abcissas equidistantes de 0,1 l temos os valores definidos nos quadros V, e VI obtidos de $\operatorname{sen}\varphi = \left(1 - 2\frac{x}{l}\right)\operatorname{sen}\alpha$; $\cos\varphi = \sqrt{1 - \operatorname{sen}^2\varphi}$

$$y = \left(\frac{f}{l} - \frac{1 - \cos\varphi}{2\operatorname{sen}\alpha}\right) l$$

QUADRO II — **Arco Parabólico — Valores de cos φ e sen φ**

Secções	Relações f/l																	
	0,10		0,15		0,20		0,25		0,30		0,35		0,40		0,45		0,50	
	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ
0	0,371	0,928	0,514	0,857	0,624	0,781	0,707	0,707	0,768	0,640	0,813	0,581	0,848	0,530	0,874	0,486	0,900	0,448
1	0,305	0,952	0,433	0.902	0,539	0,842	0,624	0,781	0,693	0,722	0,745	0,666	0,787	0,615	0,821	0,570	0,848	0,530
2	0,233	0,972	0,338	0,941	0,433	0,902	0,514	0,857	0,585	0,812	0,613	0,766	0,693	0,722	0,735	0,681	0,768	0,640
3	0,158	0,987	0,233	0,972	0,305	0,952	0,371	0,928	0,433	0,902	0,489	0,873	0,539	0,842	0,585	0,812	0,624	0,781
4	0,080	0,997	0,119	0,993	0,158	0,987	0,196	0,981	0,233	0,972	0,269	0,962	0,305	0,952	0,338	0,941	0,371	0,928
5	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000

QUADRO III — **Arco Parabólico — Valores de y**

Secções	Relações f/*l*								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
	y	y	y	y	y	y	y	y	y
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,036 *l*	0,054 *l*	0,072 *l*	0,090 *l*	0,108 *l*	0.126 *l*	0,144 *l*	0.162 *l*	0,180 *l*
2	0,064 *l*	0,096 *l*	0,128 *l*	0,160 *l*	0,192 *l*	0,224 *l*	0,256 *l*	0,288 *l*	0,320 *l*
3	0,084 *l*	0,126 *l*	0,168 *l*	0,210 *l*	0,252 *l*	0,294 *l*	0,336 *l*	0,378 *l*	0,420 *l*
4	0,096 *l*	0,144 *l*	0,192 *l*	0,240 *l*	0,288 *l*	0,336 *l*	0,384 *l*	0,402 *l*	0,480 *l*
5	0,100 *l*	0,150 *l*	0,200 *l*	0,250 *l*	0,300 *l*	0,350 *l*	0,400 *l*	0,450 *l*	0,500 *l*

QUADRO IV — **Arco circular, Valores de sen α e cos α**

Relações f/l	sen α	cos α
0,10	0,385	0,923
0,15	0,550	0,835
0,20	0,690	0,724
0,25	0,799	0,600
0,30	0,882	0,471
0,35	0,940	0,341
0,40	0,976	0,219
0,45	0,994	0,105
0,50	1,000	0,000

c) Arco elíptico

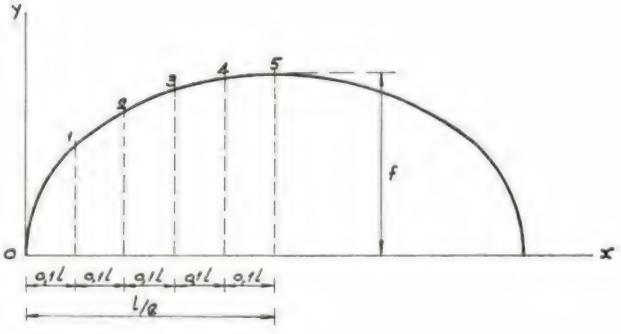


Fig. 5

De acordo com a fig. 5 teremos :

$$y = f\sqrt{1 - \frac{4}{l^2}\left(x - \frac{l}{2}\right)^2} \qquad \operatorname{tg}\varphi = \frac{dy}{dx} = \frac{4\,f\left(\frac{l}{2} - x\right)}{l^2\sqrt{1 - \frac{4}{l^2}\left(x - \frac{l}{2}\right)^2}}$$

e obtém-se anàlogamente aos casos anteriores os valores indicados nos quadros VII e VIII.

d) Arco angular

Teremos de acordo com a fig. 6 :

$$\begin{cases} y = x \,.\, \operatorname{tg}\varphi \\ \operatorname{tg}\varphi = \dfrac{2\,f}{l} \end{cases}$$

donde os valores indicados nos quadros IX e X.

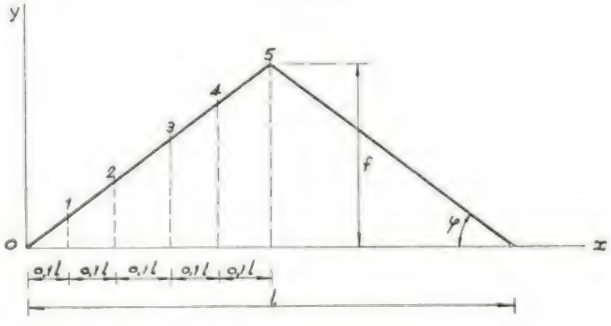


Fig. 6

QUADRO V — **Arco circular — Valores de sen φ e cos φ**

Secções	Relações f/l																	
	0,10		0,15		0,20		0,25		0,30		0,35		0,40		0,45		0,50	
	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ
0	0,385	0,923	0,550	0,835	0,690	0,724	0,799	0,600	0,882	0,471	0,940	0,341	0,976	0,219	0,994	0,105	1,000	0,000
1	0,308	0,951	0,440	0,898	0,552	0,834	0,639	0,769	0,706	0,708	0,752	0,659	0,781	0,625	0,795	0,606	0,800	0,600
2	0,231	0,973	0,330	0,944	0,414	0,910	0,479	0,878	0,529	0,849	0,564	0,826	0,586	0,810	0,596	0,803	0,600	0,800
3	0,154	0,988	0,220	0,975	0,276	0,961	0,320	0,947	0,353	0,936	0,376	0,927	0,390	0,921	0,398	0,917	0,400	0,917
4	0,077	0,997	0,110	0,994	0,138	0,990	0,160	0,987	0,176	0,984	0,188	0,982	0,195	0,981	0,199	0,980	0,200	0,980
5	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000

QUADRO VI — **Arco circular, valores de y**

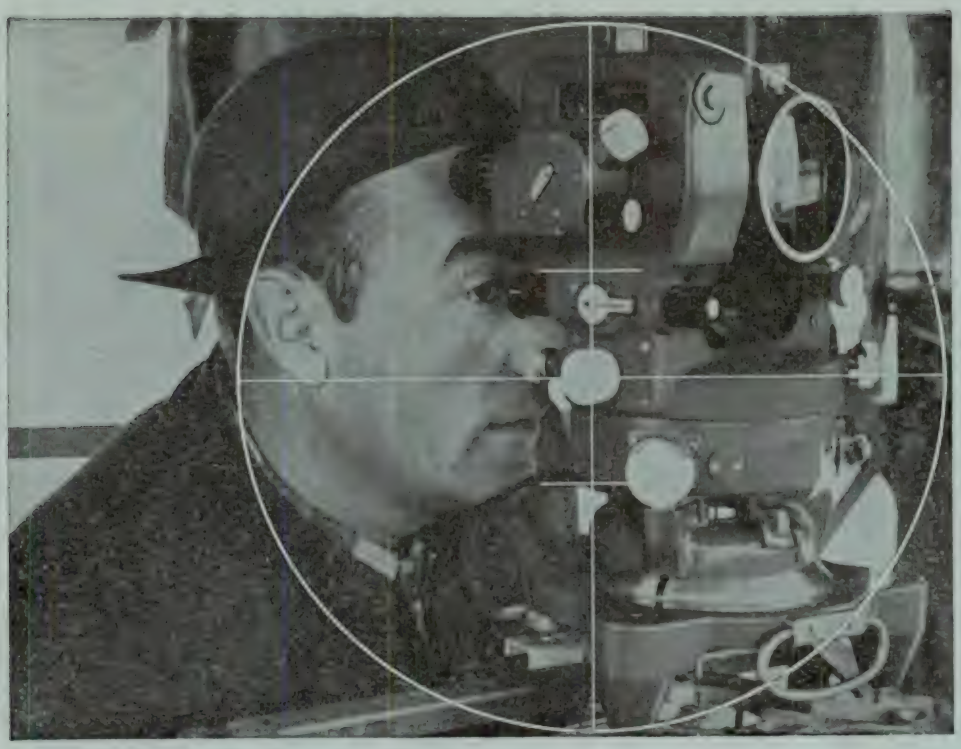
Secções	Relações f/l								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
	y	y	y	y	y	y	y	y	y
0	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*
1	0,037 *l*	0,057 *l*	0,080 *l*	0,105 *l*	0,135 *l*	0,169 *l*	0,208 *l*	0,254 *l*	0,300 *l*
2	0,065 *l*	0,099 *l*	0,135 *l*	0,173 *l*	0,214 *l*	0,257 *l*	0,303 *l*	0,351 *l*	0,400 *l*
3	0,085 *l*	0,128 *l*	0,172 *l*	0,217 *l*	0,263 *l*	0,311 *l*	0,359 *l*	0,409 *l*	0,458 *l*
4	0,096 *l*	0,144 *l*	0,193 *l*	0,242 *l*	0,291 *l*	0,341 *l*	0,390 *l*	0,440 *l*	0,490 *l*
5	0,100 *l*	0,150 *l*	0,200 *l*	0,250 *l*	0,300 *l*	0,350 *l*	0,400 *l*	0,450 *l*	0,500 *l*

QUADRO VII — **Arco eliptico — Valor de sen φ e cos φ**

Secções	Relações f/l																	
	0,10		0,15		0,20		0,25		0,30		0,35		0,40		0,45		0,50	
	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ
0	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000
1	0,258	0,966	0,371	0,928	0,471	0,882	0,555	0,832	0,624	0,781	0,682	0,731	0,730	0,684	0,768	0,640	0,800	0,600
2	0,148	0,989	0,220	0,976	0,287	0,958	0,351	0,936	0,410	0,912	0,465	0,885	0,514	0,857	0,559	0,829	0,600	0,800
3	0,087	0,996	0,130	0,992	0,172	0,985	0,213	0,977	0,253	0,967	0,292	0,956	0,330	0,944	0,366	0,931	0,400	0,917
4	0,041	0,999	0,061	0,998	0,081	0,997	0,101	0,995	0,122	0,993	0,141	0,990	0,161	0,987	0,181	0,984	0,200	0,980
5	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,001	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000

QUADRO VIII — **Arco Eliptico — Valores de y**

Secções	Relação f/l								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
	y	y	y	y	y	y	y	y	y
0	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*
1	0,060 *l*	0,090 *l*	0,120 *l*	0,150 *l*	0,180 *l*	0,210 *l*	0,240 *l*	0,270 *l*	0,300 *l*
2	0,080 *l*	0,120 *l*	0,160 *l*	0,200 *l*	0,240 *l*	0,280 *l*	0,320 *l*	0,360 *l*	0,400 *l*
3	0,092 *l*	0,137 *l*	0,183 *l*	0,229 *l*	0,275 *l*	0,321 *l*	0,367 *l*	0,412 *l*	0,458 *l*
4	0,098 *l*	0,147 *l*	0,196 *l*	0,245 *l*	0,294 *l*	0,343 *l*	0,392 *l*	0,441 *l*	0,490 *l*
5	0,100 *l*	0,150 *l*	0,200 *l*	0,250 *l*	0,300 *l*	0,350 *l*	0,400 *l*	0,450 *l*	0,500 *l*



DKM 3 — Teodolito de triangulação de construção compacta, com óculo de lente espalhada para triangulação de I. e II. ordem. Trabalhos geodésicos-astronómicos e medidas de deformação de grande exactidão. Imagem vertical completamente isenta de coloração.
Precisão de 0,05'' e objectiva com 72 mm. de abertura.

Peça o prospecto descritivo.

KERN — Instrumentos geodésicos de fama mundial pela perfeição técnica e precisão.

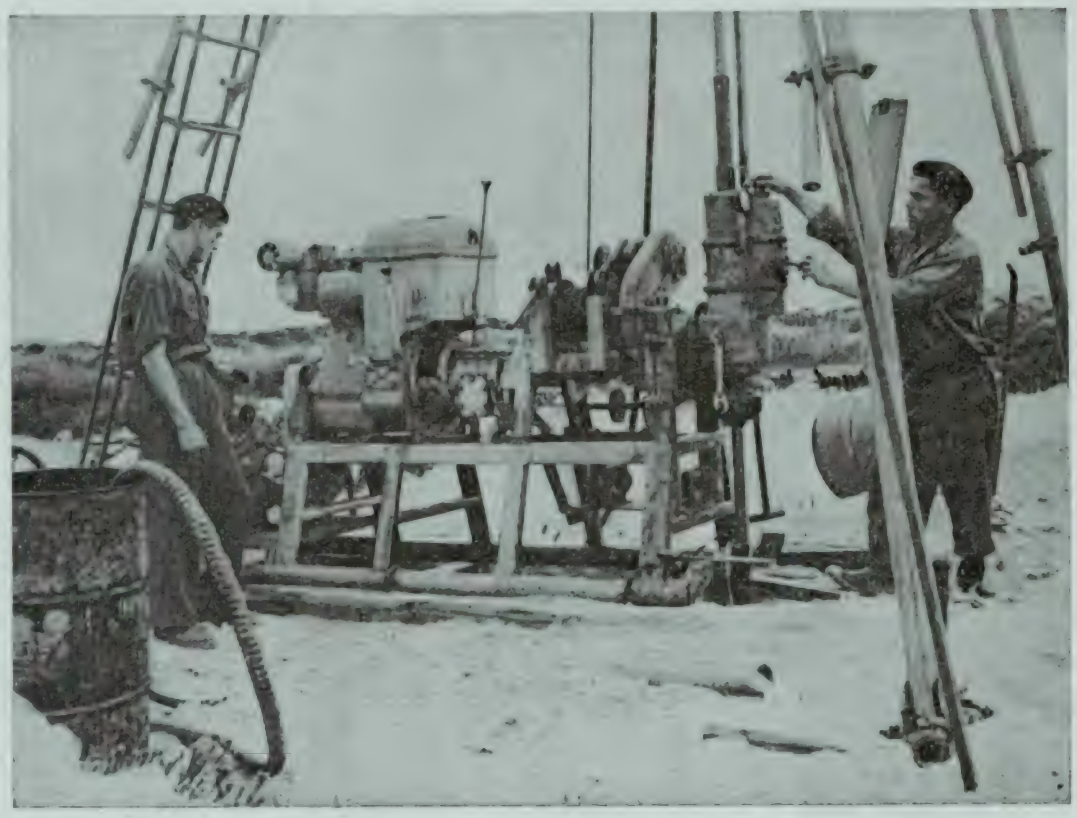
REPRESENTANTES PARA PORTUGAL:

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

RUA DE SANTO ANTÓNIO, 137-145 — PORTO — TEL. 20254/5
RUA ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º — LISBOA — TEL. 53366

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

SECÇÃO DE PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA



Sonda rápida, com corca de diamantes, empregada no estudo de pedreiras para a Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos

SEDE: PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13-3.º — LISBOA

TELEFS. 36 65 06 (4 LINHAS)

QUADRO IX — **Arco Angular — Valores de sen φ e de cos φ**

Secções	Relações f/*l*																	
	0,10		0,15		0,20		0,25		0,30		0,35		0,40		0,45		0,50	
	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ	sen φ	cos φ
0	0,196	0,981	0,287	0,957	0,371	0,928	0,447	0,894	0,514	0,857	0,573	0,819	0,624	0,781	0,669	0,743	0,707	0,707
1	0,196	0,981	0,287	0,957	0,371	0,928	0,447	0,894	0,514	0,857	0,573	0,819	0,624	0,781	0,669	0,743	0,707	0,707
2	0,196	0,981	0,287	0,957	0,371	0,928	0,447	0,894	0,514	0,857	0,573	0,819	0,624	0,781	0,669	0,743	0,707	0,707
3	0,196	0,981	0,287	0,957	0,371	0,928	0,447	0,894	0,514	0,857	0,573	0,819	0,624	0,781	0,669	0,743	0,707	0,707
4	0,196	0,981	0,287	0,957	0,371	0,928	0,447	0,894	0,514	0,857	0,573	0,819	0,624	0,781	0,669	0,743	0,707	0,707
5	0,196	0,981	0,287	0,957	0,371	0,928	0,447	0,894	0,514	0,857	0,573	0,819	0,624	0,781	0,669	0,743	0,707	0,707

QUADRO X — **Arco Angular — Valores de y**

Secções	Relações f/*l*								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
	y	y	y	y	y	y	y	y	y
0	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*	0,000 *l*
1	0,020 *l*	0,030 *l*	0,040 *l*	0,050 *l*	0,060 *l*	0,070 *l*	0,080 *l*	0,090 *l*	0,100 *l*
2	0,040 *l*	0,060 *l*	0,080 *l*	0,100 *l*	0,120 *l*	0,140 *l*	0,160 *l*	0,180 *l*	0,200 *l*
3	0,060 *l*	0,090 *l*	0,120 *l*	0,150 *l*	0,180 *l*	0,210 *l*	0,240 *l*	0,270 *l*	0,300 *l*
4	0,080 *l*	0,120 *l*	0,160 *l*	0,200 *l*	0,240 *l*	0,280 *l*	0,320 *l*	0,360 *l*	0,400 *l*
5	0,100 *l*	0,150 *l*	0,200 *l*	0,250 *l*	0,300 *l*	0,350 *l*	0,400 *l*	0,450 *l*	0,500 *l*

III — Exemplos de aplicação

a) Calcular os momentos flectores num arco parabólico, com carga uniformemente distribuída vertical sobre todo o vão l, fig. 7

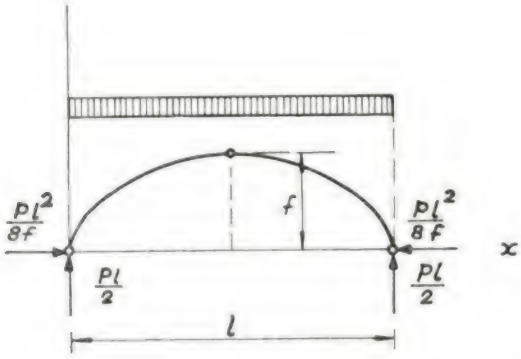


Fig. 7

$$\text{Virá } M = \frac{pl}{2}x - \frac{pl^2}{8f}y - \frac{px^2}{2} = \frac{pl}{2}x - \frac{pl^2}{8f}\,\frac{4f}{l^2}x(l-x) - \frac{px^2}{2} = 0$$

nulo para qualquer valor de x, o que mostra que a directriz do arco parabólico coincide com a linha das pressões para a carga uniformemente distribuida completa.

Nesta hipotese todas as secções do arco estão sujeitas a compressão simples.

b) Calcular os momentos flectores e esforços normais nas diversas secções de um arco parabólico com $f = 0{,}2\,l$ para a actuação de uma carga horizontal aplicada na secção 5 (definida por $x = \frac{l}{2}$, $y = f$), Fig. 8.

Nas secções da metade esquerda do arco a expressão dos momentos flectores é

$$M = -\frac{Pf}{l}x + \frac{P}{2}y$$

donde vem (quadro III)

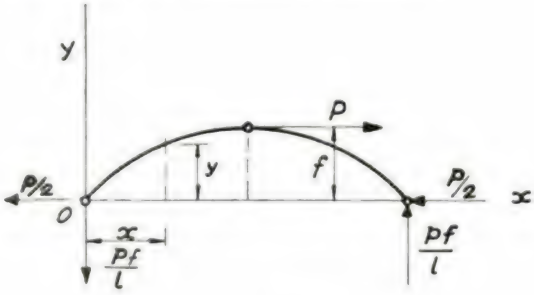


Fig. 8

Para $x = 0{,}1\,l$	$M_1 = (-0{,}1x0{,}2 + 0{,}5x0{,}072)\ Pl = 0{,}016\ Pl$
$x = 0{,}2\,l$	$M_2 = (-0{,}2x0{,}2 + 0{,}5x0{,}128)\ Pl = 0{,}024\ Pl$
$x = 0{,}3\,l$	$M_3 = (-0{,}3x0{,}2 + 0{,}5x0{,}168)\ Pl = 0{,}024\ Pl$
$x = 0{,}4\,l$	$M_4 = (-0{,}4x0{,}2 + 0{,}5x0{,}192)\ Pl = 0{,}016\ Pl$
$x = 0{,}5\,l$	$M_5 = (-0{,}5x0{,}2 + 0{,}5x0{,}200)\ Pl = 0{,}000\ Pl$

Nas secções da metade direita temos

$$M = -\frac{Pf}{l}x + \frac{P}{2}y + P(f-y) = \frac{Pf}{l}x + P\left(f - \frac{y}{2}\right)$$

Para $x = 0{,}6\,l$	$M_6 = [-0{,}6x0{,}2 + (0{,}2 - 0{,}096)]\ Pl = -0{,}016\ Pl$
$x = 0{,}7\,l$	$M_7 = [-0{,}7x0{,}2 + (0{,}2 - 0{,}084)]\ Pl = -0{,}024\ Pl$
$x = 0{,}8\,l$	$M_8 = [-0{,}8x0{,}2 + (0{,}2 - 0{,}064)]\ Pl = -0{,}024\ Pl$
$x = 0{,}9\,l$	$M_9 = [-0{,}9x0{,}2 + (0{,}2 - 0{,}036)]\ Pl = -0{,}016\ Pl$
$x = 1{,}0\,l$	$M_{10} = [-1{,}0x0{,}2 + (0{,}2 - 0{,}000)]\ Pl = -0{,}000\ Pl$

No respeitante a esforços normais temos, na metade esquerda do arco,

$$N = -\frac{Pf}{l} \operatorname{sen} \varphi - \frac{P}{2} \cos \varphi$$

e vem, para cada uma das secções consideradas (ver quadro IV)

$N_0 = (-0{,}2 \times 0{,}624 - 0{,}5 \times 0{,}781)\ P = -0{,}515\ P$
$N_1 = (-0{,}2 \times 0{,}539 - 0{,}5 \times 0{,}842)\ P = -0{,}529\ P$
$N_2 = (-0{,}2 \times 0{,}433 - 0{,}5 \times 0{,}902)\ P = -0{,}538\ P$
$N_3 = (-0{,}2 \times 0{,}305 - 0{,}5 \times 0{,}952)\ P = -0{,}537\ p$
$N_4 = (-0{,}2 \times 0{,}158 - 0{,}5 \times 0{,}987)\ P = -0{,}525\ P$
$N_5 = (-0{,}2 \times 0{,}000 - 0{,}5 \times 1{,}000)\ P = -0{,}500\ P$

Na metade direita é, atendendo a que sen φ muda de nível por φ ser negativo para $x > l/2$

$$N = +\frac{Pf}{l} \operatorname{sen} \varphi - \frac{P}{2} \cos \varphi + P \cos \varphi$$

$N'_5 = (+0{,}2 \times 0{,}000 + 0{,}5 \times 1{,}000)\ P = +0{,}500\ P$
$N_6 = (+0{,}2 \times 0{,}158 + 0{,}5 \times 0{,}987)\ P = +0{,}525\ P$
$N_7 = (+0{,}2 \times 0{,}305 + 0{,}5 \times 0{,}952)\ P = +0{,}537\ P$
$N_8 = (+0{,}2 \times 0{,}433 + 0{,}5 \times 0{,}902)\ P = +0{,}538\ P$
$N_9 = (+0{,}2 \times 0{,}539 + 0{,}5 \times 0{,}842)\ P = +0{,}529\ P$
$N_{10} = (+0{,}2 \times 0{,}624 + 0{,}5 \times 0{,}781)\ P = +0{,}515\ P$

c) Calcular os momentos flectores num arco angular com carga concentrada P vertical na secção definida por $x = \frac{l}{2}$, Fig. 9

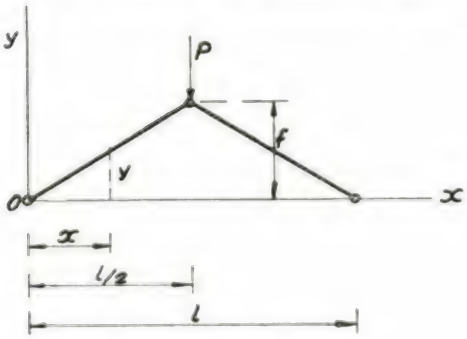


Fig. 9

$$M = \frac{P}{2} x - \frac{Pl}{4f} y = \frac{P}{2} x - \frac{P}{2} x = 0$$

nulo para qualquer valor de x, o que mostra que a directriz do arco angular coincide com a linha das pressões para a carga concentrada no vértice.

d) Calcular os momentos máximos num arco circular (1) com carga uniformemente distribuida vertical 1.° no vão todo, 2.° em meio vão (fig. 10).

No 1.° caso teremos:

$$M = \frac{p}{2}\left(\frac{l}{2} - r \operatorname{sen} \varphi\right) - \frac{p l^2}{8 f}\left[f - r\,(1 - \cos \varphi)\right] \quad \frac{p}{2}\left(\frac{l}{2} - r \operatorname{sen} \varphi\right)^2 =$$

$$= \frac{p l^2}{8 f}\, r \quad \frac{p l^2}{8 f}\, r \cos \varphi - \frac{p}{2}\, r^2 \operatorname{sen}^2 \varphi$$

(1) Comparar com R. Saliger «Estatica Aplicada», Editorial Labor, 3.ª edição, pág. 410 e 411.

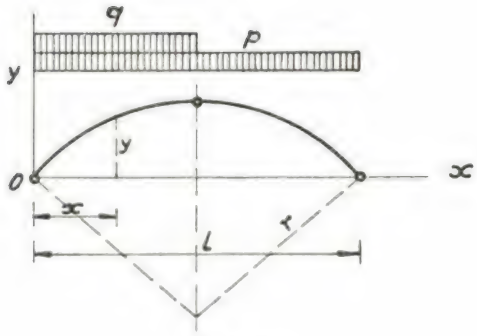


Fig. 10

máximo para

$$\frac{d\,M}{d\,\varphi} = \frac{p\,l^2}{8\,f}\,r \operatorname{sen}\varphi - p\,r^2 \operatorname{sen}\varphi \cos\varphi = 0 \qquad \cos\varphi = \frac{l^2}{8\,f\,r} = \cos^2\frac{\alpha}{2}$$

donde

$$M\ \max = -\frac{p\,l^2}{32}\operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2} = -\frac{p\,l^2}{8}\left(\frac{f}{l}\right)^2$$

de que se deduzem os valores do quadro XI.

No 2.º caso teremos, na metade descarregada,

$$M = \frac{3}{8}\,q\,l\left(\frac{l}{2} + r \operatorname{sen}\varphi\right) - \frac{q\,l^2}{16\,f}\left(f - r + r\cos\varphi\right) \qquad \frac{q\,l}{2}\left(\frac{l}{2} + r\operatorname{sen}\varphi - \frac{l}{4}\right) =$$

$$= \frac{q\,l^2}{16\,f}\,r - \frac{1}{8}\,q\,l\,r \operatorname{sen}\varphi - \frac{q\,l^2}{16\,f}\,r\cos\varphi$$

máximo para $\operatorname{tg}\varphi = \frac{2\,f}{l} = \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}\ ;\ \varphi = \frac{\alpha}{2}$ donde $M\ \max = -\frac{q\,l^2}{32}\,\frac{\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)}{\operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2}}$

e teremos para os vários valores de f/l os valores também indicados no quadro XI.

Ainda no 2.º caso teremos, na metade carregada:

$$M = \frac{3}{8}\,q\,l\left(\frac{l}{2} - r\operatorname{sen}\varphi\right) - \frac{q\,l^2}{16\,f}\left[f - r\,(1 - \cos\varphi)\right] - \frac{q}{2}\left(\frac{l}{2} - r\operatorname{sen}\varphi\right)^2$$

$$= \frac{q\,l^2}{16\,f}\,r + \frac{q\,l\,r}{8}\operatorname{sen}\varphi - \frac{q\,l^2}{16\,f}\,r\cos\varphi - \frac{q}{2}\,r^2\operatorname{sen}^2\varphi$$

máximo para

$$\frac{l^2}{16\,f}\operatorname{sen}\varphi - r\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi + \frac{l}{8}\cos\varphi = 0$$

que conduz à equação do 4.º grau

$$r^2\operatorname{sen}^4\varphi - \frac{l\,r}{4}\operatorname{sen}^3\varphi + \left(\frac{l^4}{256\,f^2} - r^2 + \frac{l^2}{4}\right)\operatorname{sen}^2\varphi - \frac{l\,r}{4}\operatorname{sen}\varphi + \frac{l^2}{64} = 0$$

Teremos, conforme os diversos valores da relação f/l o seguinte quadro:

$\frac{f}{l}$	sen $\frac{\alpha}{2}$	cos $\frac{\alpha}{2}$	f	r
0,10	0,196117	0,980584	0,10 l	1,300000 l
0,15	0,287348	0,957827	0,15 l	0 908333 l
0,20	0,371392	0,928479	0,20 l	0,725000 l
0,25	0,447215	0,894430	0,25 l	0,625000 l
0,30	0,514496	0,857493	0,30 l	0,566667 l
0,35	0,573460	0,819229	0,35 l	0,532143 l
0,40	0,624697	0,780872	0,40 l	0,512500 l
0,45	0,668966	0,743295	0,45 l	0,502778 l
0,50	0,707109	0,707109	0,50 l	0,500000 l

As raízes da equação $m x^4 + a x^3 + b x^2 + c x + d = 0$ são tiradas das expressões

$$x = \frac{-a - \frac{2b}{x_0} - \frac{3c}{x_0^2} - \frac{4d}{x_0^3}}{m - \frac{b}{x_0^2} - \frac{2c}{x_0^3} - \frac{3d}{x_0^4}}$$

em que x_0 é um valor aproximado da raiz, obtido por substituições sucessivas.

Estas equações têm quatro raízes reais.

Com efeito eliminando na 1.ª equação as raízes $x_1 = 0{,}18836$, $x_2 = 0{,}83977$ resulta a equação do 2.° grau.

$$1{,}69\, x^2 + 1{,}41254\, x - 0{,}09880 = 0$$

de que se tira $x_3 = 0{,}064905$ $\quad x_4 = -0{,}90073$.

As raízes x_2 e x_4 não satisfazem ao problema porque estão fora do intervalo de variação de sen φ, ver quadro V. A raiz x_3 (sen $\varphi = 0{,}064905$, cos $\varphi = 0{,}99789$) não satisfaz a equação inicial. À raiz x_2 corresponde o valor máximo de M, para $f/l = 0{,}1$.

Em relação à última equação, ($f/l = 0{,}5$) eliminando as duas raízes $x_1 = 0{,}19917$, $x_2 = 0{,}94022$, resulta a equação $0{,}25\, x^2 + 0{,}15985\, x - 0{,}8344 = 0$ donde $x^3 = 0{,}34057$; $x^4 = -0{,}9799$.

A raiz x_4 não satisfaz por estar fora do intervalo de variação. A raiz x_1 (sen $\varphi = 0{,}19917$, cos $\varphi = 0{,}97997$) não satisfaz à equação inicial, satisfazendo duas raizes.

x_2 (sen $\varphi = 0{,}94022$, cos $\varphi = 0{,}34057$) e x_3 (sen $\varphi = 0{,}34057$, cos $\varphi = 0{,}94022$)

a uma das quais corresponde o máximo e a outra o mínimo ou melhor, o máximo negativo.

O mesmo acontece às restantes equações, sendo a que corresponde a $f/l = 0{,}25$ a última que só tem uma raiz com interesse, porque

$$x_2 = 0{,}85259 > 0{,}799$$

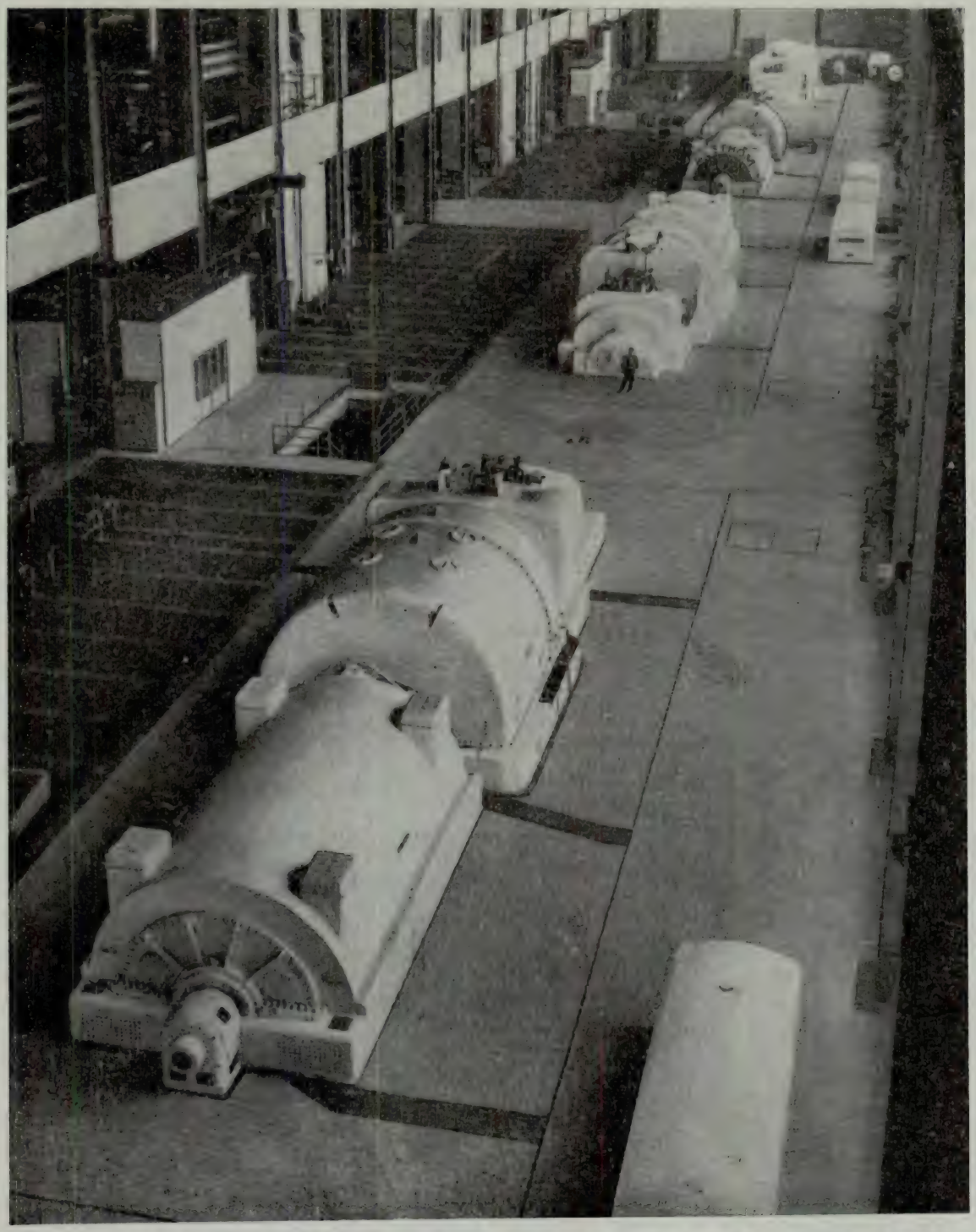
Os valores finais constam do quadro XI

Relações f/l	Equações	Valores de sen φ	Valores de cos φ
0,10	$1{,}690000\,\text{sen}^4\varphi - 0{,}325000\,\text{sen}^3\varphi - 1{,}283750\,\text{sen}^2\varphi + 0{,}325000\,\text{sen}\,\varphi - 0{,}015625 = 0$	0,18836	0,98210
0,15	$0{,}825069\,\text{sen}^4\varphi - 0{,}227083\,\text{sen}^3\varphi - 0{,}635833\,\text{sen}^2\varphi + 0{,}227083\,\text{sen}\,\varphi - 0{,}015625 = 0$	0,26230	0,96499
0,20	$0{,}525625\,\text{sen}^4\varphi - 0{,}181250\,\text{sen}^3\varphi - 0{,}412344\,\text{sen}^2\varphi + 0{,}181250\,\text{sen}\,\varphi - 0{,}015625 = 0$	0,31594	0,94878
0,25	$0{,}390625\,\text{sen}^4\varphi - 0{,}156250\,\text{sen}^3\varphi - 0{,}312500\,\text{sen}^2\varphi + 0{,}156250\,\text{sen}\,\varphi - 0{,}015625 = 0$	0.34894	0,93715
0,30	$0{,}321111\,\text{sen}^4\varphi - 0{,}141667\,\text{sen}^3\varphi - 0{,}262083\,\text{sen}^2\varphi + 0{,}141667\,\text{sen}\,\varphi - 0{,}015625 = 0$	0,36449 0,87034	0,93121 0,49235
0,35	$0{,}283176\,\text{sen}^4\varphi - 0{,}133036\,\text{sen}^3\varphi - 0{,}235663\,\text{sen}^2\varphi + 0{,}133056\,\text{sen}\,\varphi - 0{,}015625 = 0$	0,36751 0,89012	0,93004 0,45573
0,40	$0{,}262656\,\text{sen}^4\varphi - 0{,}128125\,\text{sen}^3\varphi - 0{,}222617\,\text{sen}^2\varphi + 0{,}128125\,\text{sen}\,\varphi - 0{,}015625 = 0$	0,36248 0,90906	0,93199 0,41667
0,45	$0{,}252786\,\text{sen}^4\varphi - 0{,}125695\,\text{sen}^3\varphi - 0{,}217871\,\text{sen}^2\varphi + 0{,}125695\,\text{sen}\,\varphi - 0{,}015625 = 0$	0,35277 0,92595	0,93571 0,37764
0,50	$0{,}250000\,\text{sen}^4\varphi - 0{,}125000\,\text{sen}^3\varphi - 0{,}218750\,\text{sen}^2\varphi + 0{,}125000\,\text{sen}\,\varphi - 0{,}015625 = 0$	0,34057 0,94022	0,94022 0,34057

QUADRO XI — **Momentos máximos no arco circular com cargas uniformemente distribuidas**

Carga uniformemente distribuída	Relações f/l								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
p em todo o vão	$-0{,}0013\,pl^2$	$-0{,}0028\,pl^2$	$-0{,}0050\,pl^2$	$-0{,}0078\,pl^2$	$-0{,}0113\,pl^2$	$-0{,}0153\,pl^2$	$-0{,}0218\,pl^2$	$-0{,}0253\,pl^2$	$-0{,}0313\,pl^2$
q em meio vão									
— lado carregado . . .	$+0{,}0152\,ql^2$	$+0{,}0146\,ql^2$	$+0{,}0140\,ql^2$	$+0{,}0133\,ql^2$	$+0{,}0126\,ql^2$ $-0{,}0000\,ql^2$	$+0{,}0120\,ql^2$ $-0{,}0013\,ql^2$	$+0{,}0114\,ql^2$ $-0{,}0036\,ql^2$	$+0{,}0109\,ql^2$ $-0{,}0067\,ql^2$	$+0{,}0105\,ql^2$ $-0{,}0105\,ql^2$
— lado descarregado	$-0{,}0161\,ql^2$	$-0{,}0167\,ql^2$	$-0{,}0175\,ql^2$	$-0{,}0184\,ql^2$	$-0{,}0196\,ql^2$	$-0{,}0210\,ql^2$	$-0{,}0225\,ql^2$	$-0{,}0241\,ql^2$	$-0{,}0259\,ql^2$

SOCIETE ALSTHOM — PARIS



ELECTRICITE DE FRANCE — CENTRALE DE CREIL — ST. — LEU (OISE)
Sala de máquinas
4 turbo-alternadores de 125.000 kW — 15.500 — 3.000 rotações por minuto

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos Industriais, 4-1.º (às Côrtes) Lisboa

Telefones: 66 06 92 — 66 06 04 — 66 60 82

Nos novos horizontes da industrialização

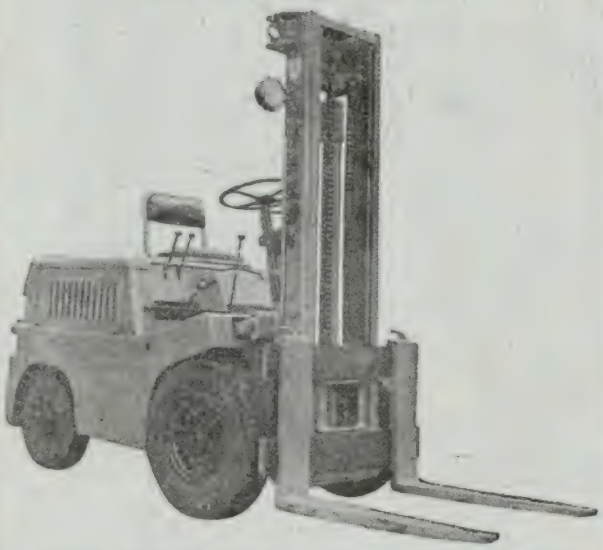
YALE

presta uma comprovada
e inexcedível colaboração,
resolvendo qualquer problema
de transporte e armazenamento
na sua fábrica, na sua oficina,
no seu armazém.

Representantes exclusivos:
HENRY M. F. HATHERLY, LDA.

Rua do Comércio, 8-5.º • Telefone 36 29 61 • Lisboa

SAXBY



CARROS ELEVADORES TRANSPALETTES
para todos os tipos de mercadorias e materiais

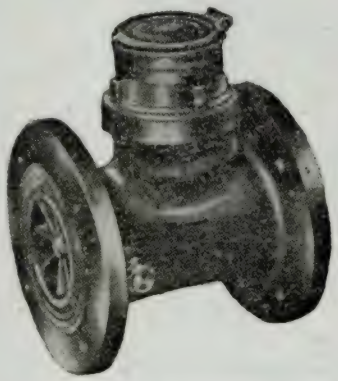
Representantes em Portugal:

AZEVEDO & PESSI, L.DA

Rua Nova do Almada, 46 LISBOA-2
Telefones: 2 03 54 — 2 36 36

CONTADORES PARA LÍQUIDOS

Sistema "Woltman"



LG
LANGE

De:
50 m/m
a
300 m/m

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

HIDREL

Técnica de Hidráulica e de Electricidade, Ld.ª
47-A RUA DO ALECRIM 47-B
LISBOA

C. D. U. 543.361.6:545.81:553.41:546.623

ELIMINAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DO ALUMÍNIO NA DOSAGEM DO FLUOR NAS ÁGUAS

CARLOS PULIDO
MARIA CRISTINA MOREIRA DE ALMEIDA
Centro de Estudos de Química da Comissão de Estudos de Energia Nuclear (I. A. C.)

RESUMO

Estuda-se a interferência do alumínio sobre o sistema alizarina S — zircónio — fluor nas condições em que se efectua o doseamento do fluor nas águas. Propõe-se depois um método para eliminar essa interferência por meio de extracção com oxina em solvente orgânico.

1 — INTRODUÇÃO

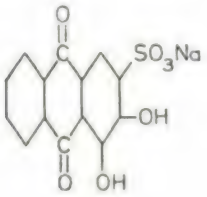
Na dosagem colorimétrica do fluor contido nas águas, pelo método da alizarina-zircónio, verifica-se interferência do alumínio devido provàvelmente à existência de um complexo fluor-alumínio de grande estabilidade. Para efectuar esta determinação tem sido por isso necessário dosear prèviamente o alumínio, utilizando depois curvas de correcção, o que é possível devido à proporcionalidade entre a concentração de alumínio e o aumento de densidade óptica provocado pela sua interferência.

Reconheceu-se por isso a vantagem de encontrar um método prático que permitisse eliminar essa interferência sem necessidade de dosear o alumínio, para o que se procurou deslocar este do seu complexo com o fluor, por meio de reagentes que não prejudicassem a dosagem.

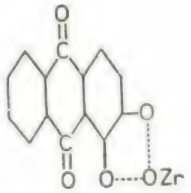
Foram para isso ensaiados vários complexantes (EDTA, ácidos cítrico e fosfórico e 8-hidroxiquinoleína) reconhecendo-se ser a 8-hidroxiquinoleína o único que satisfazia às condições desejadas.

2 — ESTUDO TEÓRICO

O vermelho de alizarina S (alizarinosulfonato de sódio) é o sal sódico do ácido alizarinosulfónico (alizarina S):



e forma com o zircónio uma laca estável em meio ácido, com a relação alizarina S/zircónio aproximadamente 1 : 1. Pelo método das variações contínuas aplicado à determinação dos diferentes complexos presentes na reacção, J. Bril (1) atribuiu ao complexo alizarina-zircónio a fórmula seguinte:



de acordo com Liebhafsky e Winslow (2).

O ião zirconilo é porém deslocado deste complexo pelo fluor com o qual forma o ião $(ZrOF_4)^{=}$ (1). A formação deste último inibe parcial ou totalmente o desenvolvimento de cor devida à laca alizarina-zircónio. Esta acção descorante tem sido aproveitada para dosagem do fluor (3 a 9) em concentrações da ordem das partes por milhão. O alumínio interfere nesta dosagem por formar um complexo com o ião fluor, ao qual Megregian (9) atribui a fórmula $(F_6Al)^{3-}$. Este autor propõe corrigir a dosagem de fluor em presença do alumínio, uma vez conhecida a concentração deste, a partir de curvas de correcção prèviamente obtidas.

Atendendo à grande estabilidade do complexo fluor-alumínio há dificuldade em encontrar outro complexo mais estável que torne possível a dosagem do fluor em presença do alumínio, sem interferência deste. Na ausência de dados suficientes quanto à estabilidade de todos os complexos em jogo tivemos necessidade de estudar porme-

norizadamente a acção de vários complexantes sobre o sistema alizarina S-zircónio-fluor-alumínio.

Entre os que foram estudados figura a 8-hidroxiquilinoleína ou oxina que precipita o Al (10), podendo aproveitar-se esta precipitação em meio amoniacal para efectuar a sua separação de P, As, F e B. Gentry e Sherrington (11) verificaram que uma solução de 8-hidroxiquinoleína a 1 % em clorofórmio extrai completamente pequenas quantidades de Al de uma solução aquosa, podendo utilizar-se a cor amarela da solução obtida para dosagem colorimétrica (12). Estudando a influência do pH, os mesmos investigadores concluiram que a extracção do Al é completa entre os valores de pH 4,5 e 6,5 e entre 8 e 11,5; pode portanto trabalhar-se dentro de qualquer destas duas zonas, de acordo com as interferências que for necessário eliminar.

Em presença destes dados decidimos utilizar 8-hidroxiquinoleína para tentar separar por extracção F e Al contidos em águas naturais, em presença de um tampão a pH 10.

3 — CONDIÇÕES GERAIS DE DOSEAMENTO DO FLUOR

3.1. MÉTODO EXPERIMENTAL

3.1.1. *Reagentes*

a) 0,750 g de vermelho de alizarina S dissolvido em 1 litro de água destilada.

b) 0,368 g $Cl_2OZr.8OH_2$ ou 0,294 g de $(NO_3)_2OZr.2OH_2$ dissolvidos em 100 ml de água destilada e 900 ml de mistura ácida de Scott para perfazer 1 litro.

c) Mistura ácida de Scott: 37 ml de SO_4H_2 concentrado, diluídos a 500 ml, 112 ml de ClH concentrado, diluídos a 500 ml e misturados para perfazer 1 litro. Para preparar o reagente final bastam 900 ml desta mistura.

d) Solução padrão de sulfato de alumínio em meio sulfúrico.

e) Solução de FNa 0,05 mg F/ml.

3.1.2. *Técnica*

Tomam-se para balões de 100 ml quantidades convenientes de FNa e $(SO_4)_3Al_2$. Completa-se depois com água um certo volume, igual à capacidade do balão subtraída dos volumes a adicionar subsequentemente dos reagentes formadores da laca (sal de zircónio e alizarina-S). Esta precaução é necessária para que a laca seja sempre formada em presença do mesmo volume de líquido. Depois de adicionados os últimos reagentes os balões são colocados em termostato a 25°C, durante 1 hora. A densidade óptica da solução é lida a 525 mμ num espectrofotómetro Beckman DU com céludas de 1 cm de percurso óptico.

3.2. RESULTADOS

Fazendo variar a concentração de F traçaram-se curvas de calibração (fig. 1) para concentrações

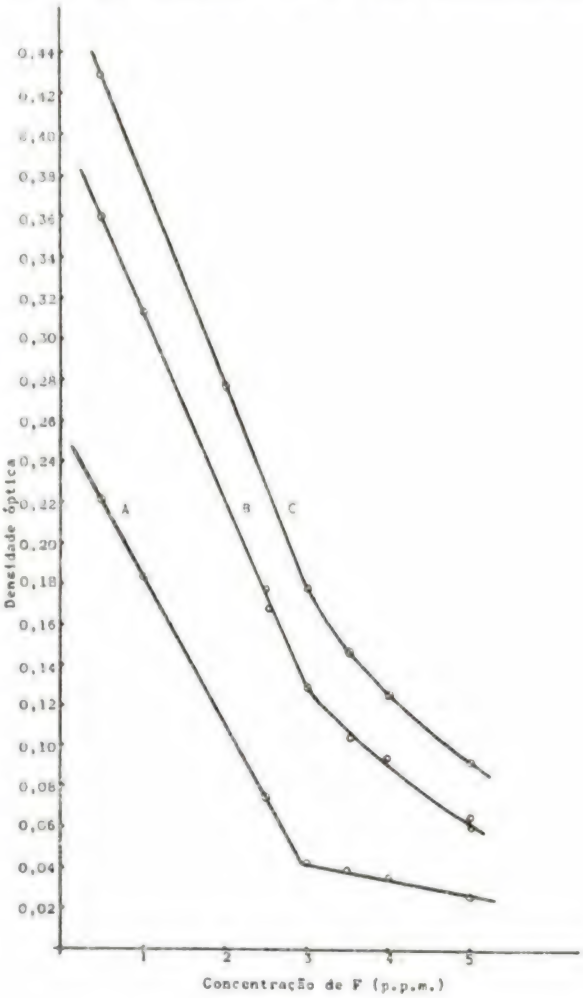


Fig. 1

variáveis dos reagentes de alizarina e zircónio na solução colorimétrica, mantendo sempre constante a proporção alizarina : zircónio = 7,5 : 1 em peso que Megregian (9) verificou ser a que dá maior sensibilidade â reacção colorimétrica.

Destas curvas concluiu-se que entre 0 e 3 ppm de F há proporcionalidade inversa entre a concentração de fluor e a densidade óptica da laca. Para a concentração de 3 ppm nota-se uma inflexão em todas as curvas, sejam quais forem as quantidades de alizarina e zircónio, desde que se mantenha constante a proporção entre elas. Segundo Megregian (9) pode utilizar-se uma curva padrão para doseamento de F acima de 3 ppm desde que se tomem as necessárias precauções com as concentrações de alizarina e zircónio, as quais devem ser modificadas. Como só nos convinha aproveitar a zona recta limitámo-nos a utilizar concentrações de F de O a 3 ppm. As leituras foram sempre feitas tomando para zero a densidade óptica da água destilada, atendendo à alteração da densidade óptica da laca com o tempo.

Todas as soluções foram mantidas durante os 60 minutos de desenvolvimento da coloração a 25°C, temperatura fàcilmente reprodutível no laboratório em todas as estações do ano.

Devido ao facto de a alizarina ser um corante utilizado na colorimetria do alumínio tornava-se necessário verificar que nas actuais condições não tinha lugar uma reacção secundária entre aquele reagente e o ião Al.

Segundo C. A. Parker (13) apenas se forma complexo entre o alumínio e a alizarina para valores de pH superiores aos utilizados neste trabalho (cerca de 1). Dos ensaios por nós efectuados concluiu-se que o aumento de concentração de alumínio produz uma diminuição muito ligeira da densidade óptica do soluto de alizarina.

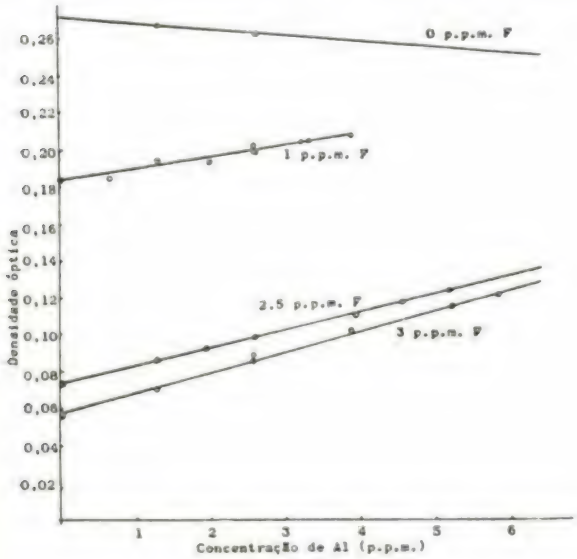


Fig. 2

Tomando concentrações constantes de F fizemos variar a concentração de Al em presença de quantidades constantes dos outros reagentes (fig. 2). Para as concentrações de fluor e alumínio utilizadas verificou-se proporcionalidade directa entre a densidade óptica e a concentração de alumínio.

Baseado em resultados semelhantes Megregian (9) estabeleceu curvas de correcção para doseamento do F em presença de Al, conhecida a concentração deste. Na fig. 3 apresentam-se curvas de correcção obtidas de acordo com os nossos resultados.

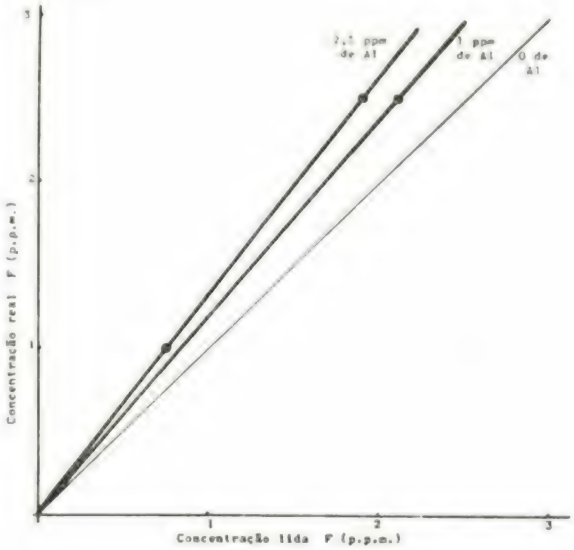


Fig. 3

Estas curvas permitem dosear o alumínio, desde que se mantenha constante a concentração de F, o que será posteriormente estudado.

4 — ACÇÃO DA 8-HIDROXIQUINOLEÍNA SOBRE A INTERFERÊNCIA DO ALUMÍNIO

4.1 MÉTODO EXPERIMENTAL

4.1.1 *Reagentes*

Além dos indicados em 3.1.1 usaram-se:

1) 8-hidroxiquinoleína a 1 % em clorofórmio
2) $ClNH_4$ M
3) $OHNH_4$ M
4) Tampão de pH 10 obtido por mistura de $ClNH_4$ e $OHNH_4$
5) ClH a 1:1

4.1.2. *Técnica*

a) Com padrão

Em ampolas de decantação de 250 ml colocam-se 45 ml de tampão de pH 10, 5 ml de toma com as concentrações convenientes de fluor e alumínio, 10 ml de oxina em clorofórmio e agita-se contìnuamente durante seis minutos.

Rejeita-se a fase orgânica e passa-se a aquosa para um balão de 100 ml levando-a a pH 5 a 7 com ClH 1 : 1. Adiciona-se água até quase 90 ml e depois os reagentes formadores da laca (5 ml de solução de alizarina e 5 ml de solução de sal de zircónio). Completa-se o volume, agita-se e colocam-se os balões em termostato a 25° durante uma hora. Medição da densidade óptica a 525 mμ.

b) Com água natural

Para ampolas de decantação de 250 ml tomam-se 25 ml da água a dosear na qual se dissolvem 1,2038 g de cloreto de amónio. Adicionam-se-lhe 22,5 ml de amónia M (a fim de formar tampão de pH 10 com a solução contendo $ClNH_4$) e completa-se o volume a 50 ml. Juntam-se 10 ml de oxina a 1 % em clorofórmio.

Agita-se a ampola durante 6 minutos e rejeita-se a fase orgânica. A fase aquosa é passada para balão de 100 ml e levada a pH entre 5 e 7 com ClH 1 : 1. Doseia-se o fluor como habitualmente.

4.2 RESULTADOS

Sobre soluções contendo F e tampão a pH 10 mas não Al foram efectuadas extracções com 8-hidroxiquinoleína em clorofórmio tendo-se verificado que:

É possível dosear F na fase aquosa, concordando as curvas padrão (fig. 4) com as obtidas no doseamento sem extracção; parece portanto não ter havido perda de fluor por passagem do clorofórmio.

Sobre solução contendo F, tampão a pH 10 e Al efectuaram-se extracções com 8-hidroxiquinoleína e clorofórmio, tendo-se verificado que:

Em presença de 1 e 2 ppm de F e variando as concentrações de Al de 1 a 10 ppm, em caso algum se observou interferência deste na dosagem do primeiro (fig. 4). O método é portanto adequado à eliminação da interferência do alumínio na dosagem do fluor nas águas.

Resta procurar as condições de dosagem do alumínio no soluto de clorofórmio resultante de extracção a pH tão elevado, o que constituirá outra fase deste trabalho.

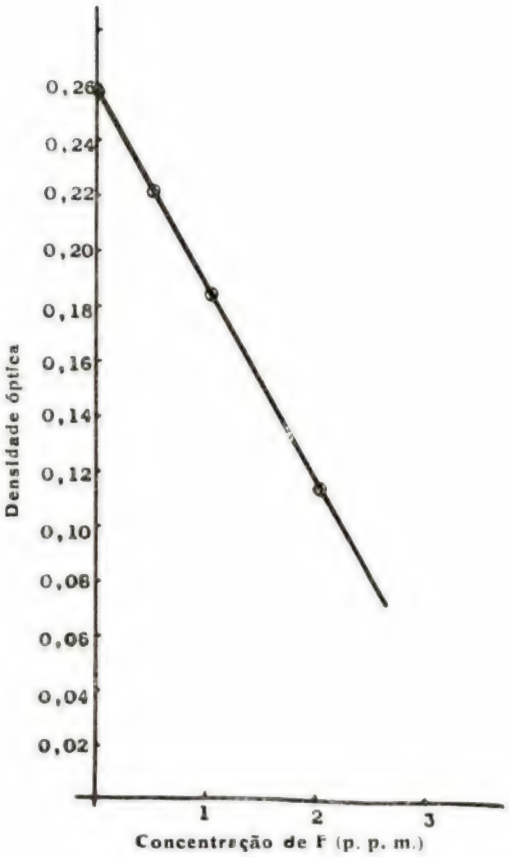


Fig. 4

BIBLIOGRAFIA

1) Bril, J. — Bull. Soc. Chim. France, p. 1138 (1959).
2) Liebhafsky, H. A. e Winslow, E. H. — J. Am. Chem. Soc. *69*, 1130 (1947).
3) De Boer, J. H. — Rec. Trav. Chim., *44*, 1071 (1925).
4) Elvove, E. — Public. Health Rep., *48*, 1219 (1933).
5) Sanchis, J. M. — Industr. Engng. Chem., Anal. ed., *6*, 134 (1934).
6) Scott, R. D. — J. Am. Water Works. Assoc., *33*, 2018 (1941).
7) Scott, R. D. — J. Am. Water Works Assoc., *34*, 522 (1942).
8) Storvick, C. A. e Sullivan, J. H. — J. Am. Water Works Assoc., *42*, 589 (1950).
9) Megregian, S. e Maier, F. J. — J. Am. Water Works Assoc., *44* 239 (1952).
10) Hillebrand, W. F., Lundell, G. E. F., Bright, H. A. e Hoffman, J. I. — Applied Inorganic Analysis (1953).
11) Gentry, C. H. R. e Sherrington, L. G. — Analyst, *71*, 432 (1949).
12) Moeller, T. — Industr. Engng. Chem., Anal. ed., *15*, 346 (1943).
13) Parker, C. A. e Goddard, A. P. — Anal. Chim. Acta, *4*, 517 (1950).

Vastas experiências de imersão puseram em destaque o valor da liga ferro-cromo-níquel

*NI-O-NEL

*Marca Registada

Nas máquinas usadas para lavagens com benzol, os veios gigantes do agitador, feitos com a liga ferro-cromo-níquel "NI-O-NEL", asseguram a impossibilidade de corrosão. A liga "NI-O-NEL" foi a escolhida, depois de aturadas experiências de imersão com muitos tipos de material, por ser especialmente resistente a ácidos quentes e outras condições de oxidação, e também a cloretos de ácidos fracos.

O nosso periódico "Wiggin Nickel Alloys" distribuido gratuitamente, publica informações várias sobre as propriedades, aplicações e fabrico de ligas Wiggin fornecidas em varões, chapas, barras, tubo, arame, etc.

LIGAS DE NÍQUEL WIGGIN

Representantes em Portugal

AHLERS, LINDLEY, LIMITADA,

Rua do Ferregial de Baixo 33-2° Lisboa, 2.
Telef. 21321/4

Palácio do Atlântico
408 Praça D. João I, Porto, Telef. 31414/5

AGITADOR Fabricado por L. A. MITCHELL, Lda. — MANCHESTER

HENRY WIGGIN & COMPANY LTD., BIRMINGHAM, INGLATERRA

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário

da comissão executiva

C. D. U. 541 127.1

Reacções químicas sucessivas, de segunda ordem

Constantes cinéticas

POR A. J. GARRAS DA SILVA PINTO
Aluno do I. S. T.
Bolseiro Soda-Póvoa

RESUMO

Estuda-se neste trabalho a cinética dum tipo simples de reacções químicas sucessivas de segunda ordem:

$$X \xrightarrow{k_1} Y^* \xrightarrow{k_2} Z$$

Apresenta-se a solução que permita determinar em cada instante a composição do sistema reaccional e os métodos de cálculo das constantes k_1 e k_2, no caso de ser conhecida $x(t)$ ou no caso em que se conhecem $x(t)$ e $z(t)$.

No caso particularmente interessante de ser $k_1 = k_2$. $\left(\mu' = \frac{k_2}{k_1} = 1\right)$ a solução do sistema é:

$$x = \frac{1}{k_1 t + 1} \qquad y^* = x \cdot \frac{1 - x^{2\,24}}{0.618 + 1.615\, x^{2\,24}} \quad e \qquad z = 1 - x - y^*$$

Apresentam-se ainda as curvas dos pontos x_m, y^*_m e z_m correspondentes ao máximo de y^* (ou seja ao ponto (y^*_m, z_m)) em função do valor de μ'.

Tal como foi dito num estudo anterior (1), um sistema químico em reacção pode traduzir-se em certos casos pelo esquema seguinte:

Reagentes $\rightleftarrows$ produtos intermédios $\rightleftarrows$ produtos finais.

Consideremos agora, no caso particular que nos ocupa, que as reacções se produzem num só sentido

$$X \xrightarrow{k_1} Y^* \xrightarrow{k_2} Z$$

O objectivo deste trabalho é conhecer a todo o instante a composição deste sistema simples quando as duas reacções sucessivas são de 2.ª ordem, isto é, quando a cinética do sistema se traduz por:

$$(1) \qquad \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -k_1 x^2 \\ \frac{dy^*}{dt} &= k_1 x^2 - k_2 y^* \\ \frac{dz}{dt} &= k_2 y^{*2} \end{aligned}$$

x, y, z são as concentrações instantâneas de X, Y* e Z e k_1, k_2 são as constantes de velocidade das duas reacções.

As condições iniciais do sistema são:

$$(2) \qquad \begin{aligned} t &= 0 \\ x &= x_0 \\ y^* &= 0 \\ z &= 0 \end{aligned}$$

Trata-se pois, do ponto de vista químico, de estudar a decomposição de X, o aparecimento e decomposição de Y* e o aparecimento de Z (composto que se supõe estável).

Para simplificar os cálculos considerar-se-à sempre,

$$x_0 = 1 \text{ mole/litro.}$$

Somando as três equações do sistema (1) obtém-se:

$$\frac{dx}{dt} + \frac{dx^*}{dt} + \frac{dz}{dt} = 0$$

que integrada, tendo em conta as condições iniciais, dá:

(3) $$x + y^* + z = x_0 = 1$$

Esta igualdade é válida em todos os instantes e traduz a conservação de massa no sistema.

Integremos agora o sistema (1):

a) $$\frac{dx}{dt} = -k_1 x^2 \qquad \frac{dx}{x^2} = -k_1 dt$$

$$-\frac{1}{x} = -k_1 t + C \left\{ \begin{array}{l} t = 0 \\ x = 1 \end{array} \right. \quad e\ C = -1$$

Portanto

(4) $$x = \frac{1}{k_1 t + 1}$$

b) Dividindo a segunda equação de (1) pela primeira tem-se:

$$\frac{dy^*}{dx} = -1 + \frac{k_2}{k_1} \cdot \frac{y^{*2}}{x^2}$$

ou fazendo

$$\mu' = \frac{k_2}{k_1}$$

$$\frac{dy^*}{dx} = -1 + \mu' \frac{y^{*2}}{x^2}$$

Efectuando a mudança de variável

(5) $$y^* = u x$$

Vê-se que

$$\frac{dy^*}{dx} = u + x \frac{du}{dx}$$

ou seja

$$u + x \frac{du}{dx} = -1 + \mu' u^2$$

ou ainda

$$\frac{dx}{x} = \frac{du}{\mu' u^2 - u - 1}$$

$$= \frac{du}{\mu' (u - u_1)(u - u_2)}$$

sendo u_1 e u_2 as raízes do trimónio e definidas por:

(6) $$u_1 = \frac{1 + \sqrt{1 + 4\mu'}}{2\mu} \qquad u_2 = \frac{1 - \sqrt{1 + 4\mu'}}{2\mu}$$

Então tem-se:

$$\frac{dx}{x} = \frac{1}{\mu' (u_1 - u_2)} \left[\frac{dx}{u - u_1} - \frac{dx}{u - u_2} \right]$$

e integrando

$$\ln x = \frac{1}{\mu' (u_1 - u_2)} \ln \frac{u - u_1}{u - u_2} + \text{const.}$$

Calculando a constante:

$$\ln 1 = \frac{1}{\mu' (u_1 - u_2)} \ln \frac{0 - u_1}{0 - u_2} + \text{const} = 0$$

(por ser para $x = 1 \quad u = 0$)

$$\text{const} = \frac{1}{\mu' (u_1 - u_2)} \ln \frac{u_1}{u_2}$$

e portanto

$$\ln x = \frac{1}{\mu' (u_1 - u_2)} \ln \left(\frac{u - u_1}{u - u_2} \right) \cdot \frac{u_2}{u_1}$$

ou ainda

(7) $$\ln \frac{u - u_1}{u_2 - u} = \sqrt{1 + 4\mu'} \ln x + \sqrt{1 + 4\mu'} \ln \left(\frac{-u_1}{u_2} \right)$$

por ser

$$\mu' (u_1 - u_2) = \sqrt{1 + 4\mu'}$$

A equação (7) e a equação (5) permitem obter y^* cuja expressão é:

(8) $$y^* = x \cdot \frac{1 - x^{\sqrt{1+\mu'}}}{\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2} x^{\sqrt{1+\mu'}}}$$

Uma vez conhecidos k_1 e μ' ou o que é o mesmo k_1 e k_2 pode-se conhecer a todo o instante y^*. Note-se que para efeitos de cálculo é mais cómodo usar as expressões (7) e (5) dado que a expressão (7) representada em papel logaritmo — logaritmo conduz a uma família de rectas em que o parâmetro é μ', usando como ordenadas $\frac{u - u_1}{u_2 - u}$ e como abcissa x.

a) O valor de z é dado a cada instante pela expressão (3) e a sua forma é

(9) $$z = 1 - x - x \frac{1 - x^{\sqrt{1 + x\mu'}}}{\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2} x^{\sqrt{1 + x\mu'}}}$$

O sistema integral de (1) é portanto formado pelas igualdades (4), (8) e (9).

1.º caso

Conhecem-se x (t) e z (t).

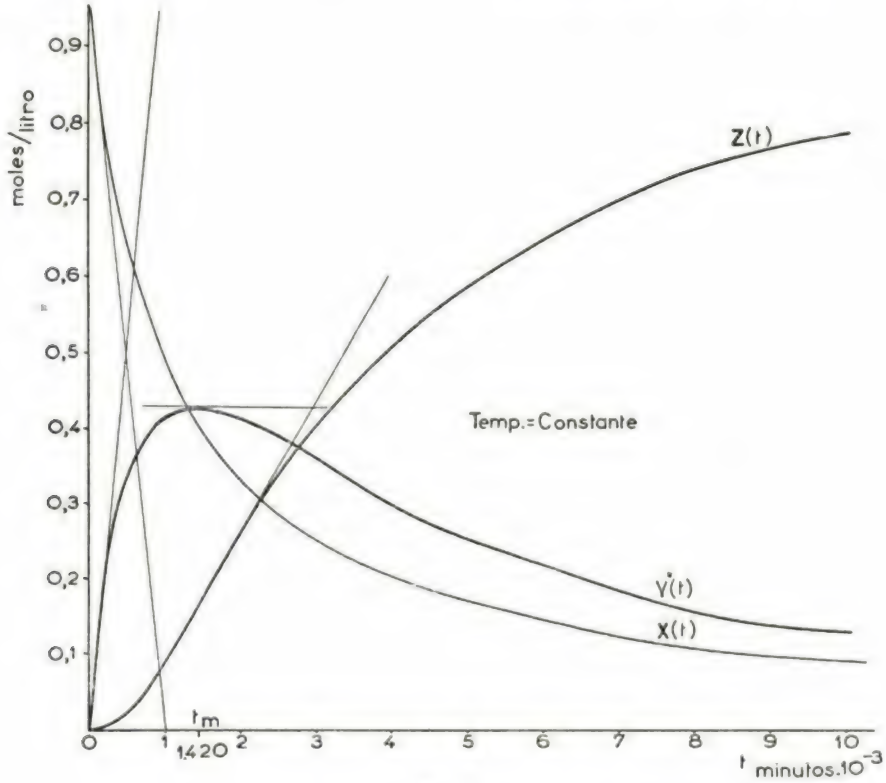


Fig. 1

O conhecimento da cinética dum sistema nas condições indicadas fica agora dependente do conhecimento de k_1 e μ'.

Cálculo das constantes

Quando em face dum sistema químico em reacção, do tipo que agora nos ocupa, se pretende saber se ele obedece à cinética que acabamos de analisar dispõe-se geralmente dos seguintes dados:

a) curva de x (t) e z (t) obtidas pela análise química do sistema em diversos instantes, ou por medição duma grandeza física cuja relação analítica com a concentração dos diversos componentes seja conhecida.

b) ùnicamente a curva z (t).

Não se considera aqui o caso do conhecimento de y* (t) por ser, normalmente, pouco acessível à experiência.

Vamos agora ver como se procede ao cálculo das constantes de velocidade, que introduzidas nas expressões anteriormente deduzidas, produzirão curvas x (t), y* (t) e z (t) que deverão reproduzir as curvas experimentais.

A variação de y* no tempo é imediatamente definido por

$$y^* = 1 - x - z$$

a) Cálculo de k_1

1) De $$\frac{dx}{dt} = -k_1 \frac{1}{k_1 t + 1}$$

vê-se que para $t = 0$

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_{t=0} = -k_1$$

Ou seja, a tangente a x (t) na origem é igual a $(-k_1)$ e portanto medindo o coeficiente angular de tangente na origem conhece-se k_1. No caso da figura 1 tem-se:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_{t=0} = -k_1 = -\frac{1}{1000}$$

e

$$k_1 = 0.001 \text{ litros/mole minuto}$$

2) De $x = \frac{1}{k_1 t + 1}$ $\left(\text{ou no caso mais geral } x = \frac{1}{k_1 t + \frac{1}{x_0}}\right)$ tira-se, para $x = \frac{x_0}{2}$

$$t_{\frac{x_0}{2}} = \frac{1}{k_1 x_0} \quad \text{ou} \quad t_{\frac{x_0}{2}} = \frac{1}{k_1} \quad \text{se} \quad x_0 = 1$$

Medindo portanto a abcissa do ponto $x = 0{,}5$ o seu inverso é igual à constante de velocidade.

No caso da figura 1 tem-se:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{k_1} = 1000$$

e

$$k_1 = 0.001 \text{ litros/mole minuto}$$

3) Pode ainda calcular-se k_1 pela seguinte representação

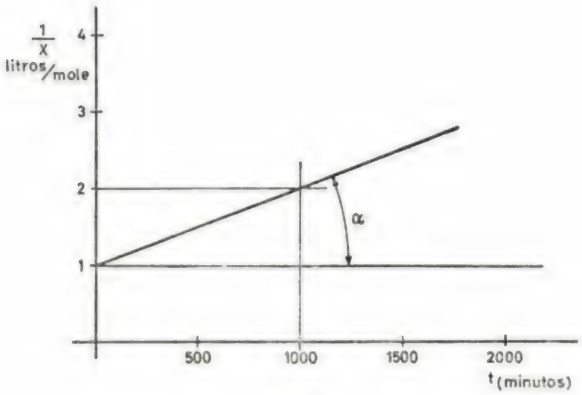


Fig. 2

Visto que de (4) se tem

$$\frac{1}{x} = k_1 t + 1$$

No caso da figura (1) obtém-se

$$\operatorname{tg} \alpha = k_1 = 0.001 \text{ litros/mole minuto}$$

b) Cálculo de k_2

Dado que se tem sempre $\frac{dx}{dt} + \frac{dy^*}{dt} + \frac{dz}{dt} = 0$ e que no ponto em que y^* é máximo (y^*_m, t_m) se tem

$$\frac{dy^*}{dt} = 0,$$

vem:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_{tm} = \left(-\frac{dz}{dt}\right)_{tm} = -k_2 y^{*2}_m$$

ou o que é o mesmo

$$k_2 = \frac{\left(\frac{dz}{dt}\right)_{tm}}{y^{*}_m}$$

No caso da figura (1) ter-se-à:

$$k_2 = \frac{\frac{0.8 - 0.15}{2.500}}{0.36^2} = 0.002 \text{ litro/mole minuto}$$

Portanto neste caso concreto tem-se $\mu' = 2$ e

$$x = \frac{1}{0.001\, t + 1} \quad \text{mole/litro}$$

$$y^* = \frac{x - x^4}{1 + 2x^3} \quad \text{mole/litro}$$

$$z = 1 - x - y^* \quad \text{mole/litro}$$

2.º caso

Supõe-se agora ùnicamente conhecida Z (t).

a) Cálculo de k_1.

Para calcular a constante de velocidade da primeira reacção pode partir-se da relação

$$-\frac{dx}{dt} = \frac{k_1}{(k_1 t + 1)^2}$$

aplicando-a ao ponto de coordenadas (x_m, t_m):

$$-\frac{dx}{dt} = \frac{k_1}{(k_1 t_m + 1)^2}$$

Como já vimos neste ponto tem-se

$$(10) \quad \left(\frac{dx}{dt}\right)_{t_m} = -\left(\frac{dz}{dt}\right)_{t_m} = -\frac{k_1}{(k_1 t_m + 1)^2}$$

Dado que se conhece z (t) pode conhecer-se fàcilmente, $\frac{dz}{dt}$ no ponto da abcissa t_m. O traçado da tangente é fácil, e neste caso com rigor suficiente.

Para ilustrar o método consideremos a figura 3

onde se traçou a curva suposta experimental $z = f(t)$

medindo $\left(\frac{dz}{dt}\right)_{t_m}$ vê-se que:

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)_{t_m} = \frac{0.595 - 0.285}{4000 - 2250} = 1.7 \times 10^{-4}$$

Resolvendo (10) em relação a k_1 obtém-se uma equação do segundo grau cujas raízes dão os valores das constantes de velocidade.

No caso da figura 3 ter-se-à:

$$k_1^2\, t_m^2 + 2\, k_1\, t_m + 1 = 5900\, k_1$$

por ser

$$\frac{1}{\left(\frac{dz}{dt}\right)_{t_m}} = 5900 \text{ e } t_m = 1420$$

$$k_1 = \frac{1}{1420 \times 2}\left[\left(2 - \frac{10^4}{1.7 \times 1420}\right) \pm \sqrt{\left(2 - \frac{10^4}{1.7 \times 1420}\right)^2 - 4}\,\right]$$

$k_1 = 0.001$ litro/mole minuto se escolhermos a maior das raízes.

Tal como já se viu no caso de reacções químicas sucessivas de primeira ordem também aqui duas soluções são possíveis sendo o estudo químico do sistema que define a verdadeira solução.

Pode agora calcular-se x para cada valor de t.

b) Cálculo de k_2

1) Pode calcular-se k_2 pelo processo apresentado em (b) do 1.º caso.

Assim no exemplo da fig. 3 ter-se-á:

$$k_2 = \frac{1.7 \times 10^{-4}}{0{,}416} = 0{,}001$$

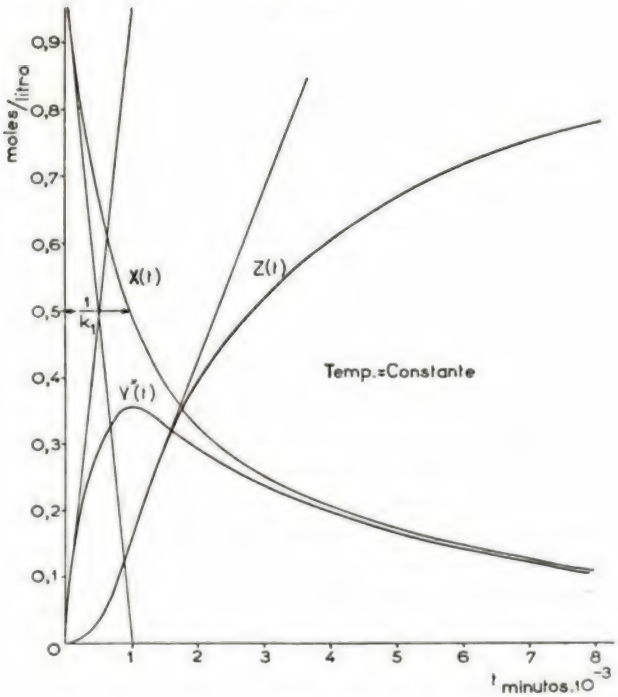


Fig. 3

Portanto tem-se $\mu' = 1$ e o sistema integral é:

$$y^* = \frac{x - x^{3.24}}{0.618 + 1.615\, x^{2.24}}$$

$$x = \frac{1}{0.001\, t + 1}$$

$$z = 1 - x - y^*$$

Repare-se que y^* tem uma tg na origem igual a k_1:

$$\frac{dy^*}{dt} = \frac{dy^*}{dx}\,\frac{dx}{dt}$$

$$\frac{dy^*}{dx} = \frac{\left[1 - (1 + \sqrt{1+4\mu'})\; x^{\sqrt{1+4\mu'}}\right]\left[\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2}\, x^{\sqrt{1+4\mu'}}\right] - \left[-\frac{\sqrt{1+4\mu'}}{u_2}\, x^{\sqrt{1+4\mu'}-1}\right].\left[x - x^{1+\sqrt{1+4\mu'}}\right]}{\left[\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2}\, x^{\sqrt{1+4\mu'}}\right]^2}$$

No ponto $x = 1$ (ou $t = 0$)

$$\frac{dy^*}{dt} = \frac{\left[1 - \left(1 + \sqrt{1+4\mu'}\right)\right]\left[\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2}\right] - \left[\frac{1}{u_1} - \frac{\sqrt{1+4\mu'}}{u_2}\right] \times 0}{\left[\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2}\right]^2}$$

$$= \frac{[\sqrt{1+4\mu'}]}{\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2}} = u_1 u_2 \frac{\sqrt{1+4\mu}}{u_2 - u_1}$$

Dado que

$$u_1 u_2 = \frac{(1+\sqrt{1+4\mu'})\,(1-\sqrt{1+4\mu'})}{4\mu'^2} =$$

$$= \frac{(1-1-4\mu')}{4\mu'^2} = -\frac{1}{\mu'}$$

e

$$u_2 - u_1 = \frac{2\sqrt{1+4\mu'}}{2\mu'} = \frac{\sqrt{1+4\mu'}}{\mu'}$$

Tem-se

$$\frac{dy^*}{dt} = -\frac{\mu'\sqrt{1+4\mu'}}{\mu'\sqrt{1+4\mu'}} = 1$$

ou ainda

$$\left(\frac{dy^*}{dt}\right)_{t=0} = -\left(\frac{dx}{dt}\right)_{t=0} = +k_1$$

Esta conclusão permite ainda ver que na origem a tangente da curva z (t) é nula.

Assim se fosse dado no início ùnicamente a curva y* (t) a sua tangente na origem definia k_1 que permitia traçar x (t) e a partir destas z (t), resolvendo-se completamente o sistema. Este caso apresenta-se pouco na prática como já se disse anteriormente.

Variação de x_m, y^*_m, z_m e t_m com μ' e k_1

Vejamos agora qual a expressão que define o máximo de y*. Para encontrá-lo sabe-se que deve ser:

$$\frac{dy^*}{dt} = k_1 x^2 - k_2 y^{*2} = 0 \quad \text{ou ainda que}$$

(11) $$x_m = \sqrt{\mu'}\, y^*_m$$

ou $$X_m = \frac{x_m - x_m^{1+\sqrt{1+4\mu'}}}{\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2} x_m^{\sqrt{1+4\mu'}}} \times \sqrt{\mu'}$$

$$1 = \frac{1 - x_m^{\sqrt{1+4\mu'}}}{\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2} X_m^{\sqrt{1+4\mu'}}} \times \sqrt{\mu'} \quad \text{e}$$

$$\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2} x_m^{\sqrt{1+4\mu'}} =$$

$$= \sqrt{\mu'} - x_m^{\sqrt{1+4\mu'}} \times \sqrt{\mu'}$$

e substituindo valores

$$x^{\sqrt{1+4\mu'}} = \frac{\frac{1-\sqrt{1+4\mu'}}{2\mu'} + \frac{\sqrt{\mu'}}{\mu'}}{\frac{1+\sqrt{1+4\mu'}}{2\mu'} + \frac{\sqrt{\mu'}}{\mu'}} =$$

$$= \frac{1 - \sqrt{1+4\mu'} + 2\sqrt{\mu'}}{1 + \sqrt{1+4\mu'} + 2\sqrt{\mu'}}$$

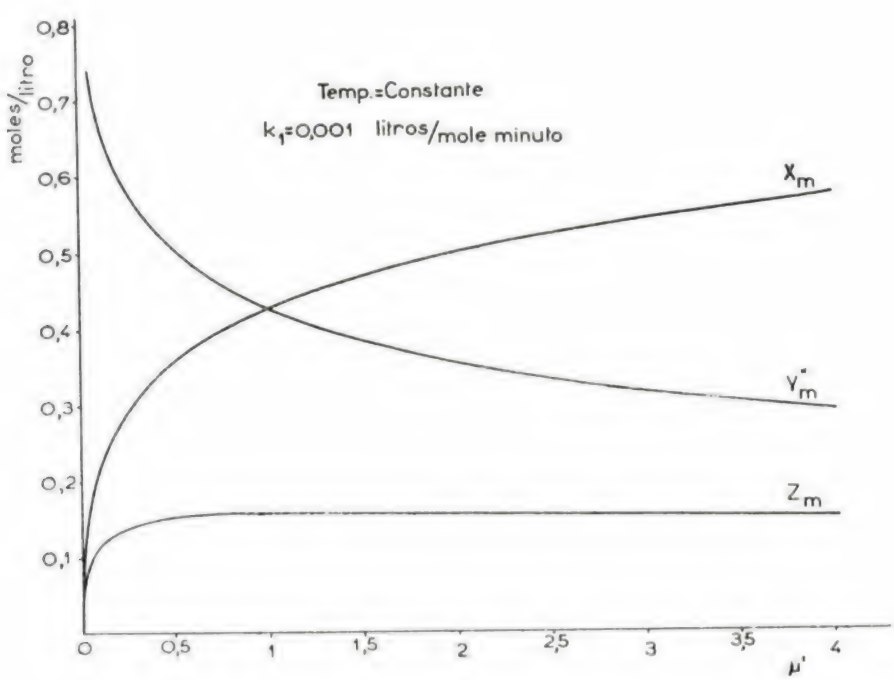


Fig. 4

ou finalmente

$$x_m = \left[\frac{1 - \sqrt{1 + 4\mu'} + 2\sqrt{\mu'}}{1 + \sqrt{1 + 4\mu'} + 2\sqrt{\mu'}} \right]^{\frac{1}{\sqrt{1 + 4\mu'}}}$$

O tempo que corresponde ao máximo é

$$t_m = \frac{1}{k_1} \cdot \frac{1 - x_m}{x_m}$$

$$(12) \quad e \begin{cases} y^*_m = \dfrac{\sqrt{\mu'}}{\mu'} x_m \\ z_m = 1 - \left(\dfrac{\mu' + \sqrt{\mu'}}{\mu'} \right) x_m \end{cases}$$

As curvas representadas na fig. 4 permitem conhecer imediatamente μ' uma vez conhecido x_m ou y^*_m ou z_m.

Vejamos agora o que acontece quando k_1 varia mantendo fixo μ'.

Nestas condições por ser

$$t_m = \frac{1}{k_1} \cdot \frac{1 - x_m}{x_m}$$

quando k_1 aumenta t_m vem correspondentemente mais pequeno e vice-versa.

Conclusão

Em presença dum sistema químico reagindo e cuja cinética se suspeite ser do tipo indicado neste trabalho pode-se com relativa facilidade calcular as constantes cinéticas pelos métodos indicados quando se conhece x (t) e z (t).

No caso de se conhecer ùnicamente z (t) o método indicado conduz a duas soluções das quais se escolherá o que melhor for explicável pela natureza química dos compostos em presença.

Saliente-se no entanto que neste último caso por ser difícil determinar com rigor t_m (correspondente ao ponto de inflexão de z (t)) é quase inevitável o cálculo por tentativas.

Obtidas as constantes cinéticas calculam-se as curvas correspondentes que deverão coincidir com as curvas experimentais.

AGRADECIMENTO

De novo agradecemos reconhecidamente à Sociedade Soda Póvoa a concessão duma Bolsa para investigações que possibilitou a execução dos trabalhos efectuados no Laboratório de Química Orgânica do I. S. T. que estão na origem deste estudo e sem a qual a sua execução teria sido impossível.

(1) Reações químicas sucessivas de primeira Ordem. A. J. Garras de Silva Pinto, «Técnica» n.º 305.

Tabelas para o Cálculo de Betão Armado

POR FERNANDO VASCO COSTA

4.ª edição revista e aumentada pelo autor e por

JOÃO D'ARGA E LIMA

Preço 140$00

●

TOPOGRAFIA GERAL

Pelo Eng.º A. C. Xerez

1.º Volume

2.ª edição revista e aumentada

Preço de cada volume 150$00

●

MANUAL DE HIDRÁULICA

Pelo Eng.º Armando C. Lencastre

Preço 150$00

●

Dicionário de Unidades e Tabelas de Conversão

Pelo Eng.º Vasco Costa e Osvaldo Francês

Preço 35$00

Pedidos à "Técnica"

Desconto: 10 % aos assinantes

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José Fernando Pinharanda, João Carvalho Marques, António Pires Carreto, José Manuel Gonçalves, Alberto Romão Dias e Rui Rocha Santos

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 55 (469.311.12) : 912

Carta Geológica de Portugal na escala 1/50.000. Notícia explicativa da folha 18-B — Almeida — *Carlos Teixeira; A. C. Medeiros; L. Pilar; J. I. Lopes; A. I. Rocha.*

Serv. Geol. Portugal, 1959, vol. 1, págs. 20. 1 mapa.

C. D. U. 55 (469.931) : 912

Carta Geológica de Portugal na escala 1/50.000. Notícia explicativa da Folha A — S. Miguel (Açores) — *G. Zbyszewski; O. Veiga Ferreira; C. Torre de Assunção.*

Serv. Geol. Portugal, 1959, vol. 1, págs. 22. 1 carta geol.

C. D. U. 55 (548.962.1)

Geologia do concelho de Damão — *C. Teixeira; J. Ávila Martins.*

J. Inv. Ult., Lisboa, 1960, vol. 1, págs. 6. Mapas e fotos.

C. D. U. 55 (548.963)

Geologia do distrito de Diu — *C. Teixeira; J. Ávila Martins.*

J. Inv. Ult., Lisboa, 1960, vol. 1, págs. 8. Mapas e fotos.

C. D. U. 552.322.1 (469.111.14/.15)

Granitos porfiróides do Minho (Regiões de Paredes de Coura e Monção) — *C. F. Torre de Assunção; J. Brak-Lamy.*

Soc. Geol. Portugal (Separata), 1953, vol. 1, págs. 20. 9 estampas.

C. D. U. 552.517.4 (469-17)

Contribution à l'étude des sables des plages du Nord du Portugal — *F. Gonçalves Preza; A. Mendonça Araújo.*

Memórias e Notícias (Separata), 1956, vol. 1, págs. 28.

C. D. U. 553.7 (469) [539.16]

Informação sobre radioactividade das águas minerais portuguesas — *A. Herculano de Carvalho.*

Rev. Quím. Pura e Aplicada (Separata), 1956, vol. 1, págs. 8.

2 exemplares.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 331.23 : 658.323

Cálculo del incentivo óptimo de un sistema de primas — *C. Catalina Molinero.*

Racionalización, 7/8-960, vol. 13, n.º 4, pág. 397-401.

C. D. U. 338 (100) «1959»

Economia mundial — *Excerto do relatório da Associação Industrial Portuguesa.*

Indústria Portuguesa, 11-960, n.º 393, pás. 428-435.

C. D. U. 338.011 : 331.87 : 658.011

Productividade: conceitos e medidas — *J. M. G. Carreira Almeida.*

Economia e Finanças, 1960, vol. 28, pág. 81-101.

Aglomerado Negro de Cortiça

... o isolante mundialmente preferido

na construção moderna.

ISOLAMENTOS

TÉRMICOS · ACÚSTICOS E VIBRÁTICOS

ISOLA

SOC. COM. de ISOLAMENTOS de CORTIÇA, LDA.
Av. António Augusto de Aguiar, 17 - Lisboa
TEL: 47824-41697

Guia de Análise Química das Águas

(Potáveis, Minerais e para a Indústria)

POR

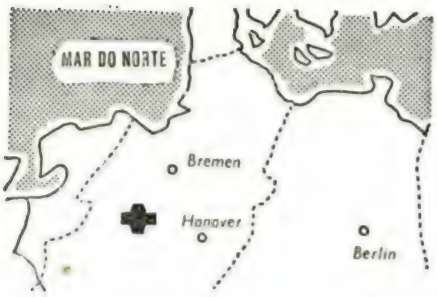
A. Herculano de Carvalho

Professor do Instituto Superior Técnico
e do Instituto de Hidrologia de Lisboa

PREÇO 90$00

Pedidos à «Técnica»

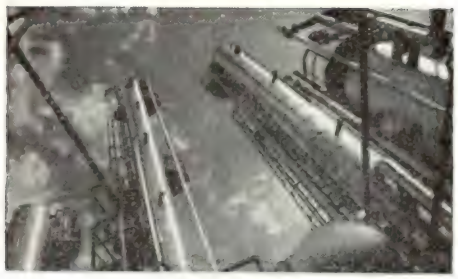
Desconto 10 % aos assinantes



A MAIS RECENTE REFINARIA DA RENÂNIA EM DINSLAKEN NA ALEMANHA

A nova gigantesca refinaria construída em terreno virgem, da BP BENZIN UND PETROLEUM A. G. em Dinslaken representa uma contribuição muito importante para o dinâmico progresso industrial da Alemanha Ocidental. Quando finalmente completada em 1961 aumentará de 100.000 barris diários o abastecimento do mercado interno da República em gasolina, óleo e outros produtos de petróleo.

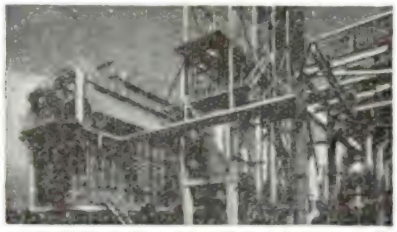
Esta refinaria, gigantesco e complexo empreendimento, é o resultado da íntima coordenação de esforços entre engenheiros britânicos e alemães. A Kellogg Refinary Consultants de Dusseldorf, está prestando à BP na Alemanha inestimáveis serviços de orientação e consulta sobre as muitas fases deste empreendimento. Entre estes figuram: obtenção de materiais e equipamento, construção, treino de operadores — bem como recomendações à BP BENZIN UND PETROLEUM A.G. quanto ao ensaio e arranque de sua refinaria. Na maior parte os materiais e equipamento foram fornecidos pela própria indústria alemã. Se planeja construir novas instalações de processo em seu País ou no Estrangeiro, a Kellogg International Corporation com todo o prazer está pronta a indicar como podem ser utilizados os seus serviços coordenados de engenharia-compras-construção. Esta grande vantagem económica está ao inteiro dispor de *sua* Companhia.



Torres de Unidade de Processo

Esferas para produtos liquefeitos - Propano & Butano

Sala de Comando de Unidades de Processo



Fornalha de Unidade de Processo & Reactores

Vista Aérea

Parte de uma Unidade de Processo

KELLOGG

KELLOGG INTERNATIONAL CORPORATION

KELLOGG HOUSE · 7-10 CHANDOS STREET · CAVENDISH SQUARE · LONDON W.I

SOCIETE KELLOGG · *PARIS* · THE CANADIAN KELLOGG COMPANY LTD · *TORONTO*
KELLOGG PAN AMERICAN CORPORATION · *BUENOS AIRES* · COMPANHIA KELLOGG BRASILEIRA *RIO DE JANEIRO* · COMPAÑIA KELLOGG DE VENEZUELA · *CARACAS*

Subsidiárias e filiais de THE M. W. KELLOGG COMPANY *NOVA IORQUE*

C. D. U. 338.6

A reorganização industrial — *Nota oficiosa do Ministério da Economia.*

A Indústria do Norte, 12-960, n.º 492, pág. 20-21.

C. D. U. 513.11

Sobre a determinação da distância de um ponto a uma recta, no caso geral de eixos obliquos, por mudança do sistema de referência — *Hamilcar da Silva Lobo.*

Ciência (A. E. F. C. L.), 1958-59, vol. 11, n.º 15-16, pág. 70-73.

C. D. U. 513.565.1

Sobre a determinação analítica das direcções principais das secções planas de uma quádrica — *F. R. Dias Agudo.*

Gazeta de Matemática, 10/12-960, vol. 21, n.º 81, pág. 1-8.

C. D. U. 513.82

Invarianti la transport paralel în spatii ar conexiune afină (Invariants au transport parallèle dans les espaces à connexion affine) — *Viorel Murgescu.*

Bul. Inst. Politehnic din Iasi, 1959, vol. V (IX), n.º 1-2, pág. 19-30.

C. D. U. 517.919

On the asymptotic connections between the solutions of the differential systems — *V. Lakshmiskanth.*

Bul. Inst. Pol. de Jassy, 1959, vol. V (IX), n.º 3-4, pág. 21-24.

C. D. U. 517.941.92

On the stability of the two-dimensional «alternating direction implicit scheme» — *Arnold N. Lowan.*

Bul. Inst. Politehnic din Iasi, 1958, vol. IV (VIII), n.º 3-4, pág. 69-72.

C. D. U. 517.944

Integrable square solutions of a partial differential equation — *D. B. Sears.*

Bul. Inst. Politehnic din Iasi, 1958, (vol. IV (VIII), n.º 3-4 pág. 11-18.

C. D. U. 517.948.32

Sobre a resolução aproximativa de algumas equações integro-diferenciais lineares (em russo, resumos em francês e romeno) — *L. E. Krirocheine.*

Bul. Inst. Polit. din Iasi (Jassy), 1959, vol. V (IX , n.º 3-4 pág. 39-50.

C. D. U. 519.241.6

Constante de dispersión natural — *Francisco J. Mora Mas.*

Dyna, 11-959, vol. 34, n.º 11, pág. 832-838.

C. D. U. 523.34

Origine et nature de la Lune — *H. C. Urey.*

Endeavour, 1960, vol. 19, n.º 74, pág. 87-99.

C. D. U. 532.542.4

Direct solution for diameter of pipe in rough turbulent flow — *N. Rajaratnam.*

La Houille Blanche, n.º 6, 1960, pág. 714-719.

C. D. U. 532.594

Recherches en soufflerie sur l'action relative de la houle et du vent — *J. Larras et A. Claria.*

La Houille Blanche, n.º 6, 1960, pág. 674-677.

C. D. U. 532.595

Sudden opening or closing of an outlet valve on a pipeline — *T. Hayashi and G. Ransford.*

La Houille Blanche, n.º 6, 1960, 657-673.

C. D. U. 535.65 : 535.733 : 658.3.043

La ley de la integridad en la percepción de los colores *P. F. Luft.*

Informaciones IRAM, 6/7-960, vol. 24, n.º 2, pág. 131-139.

C. D. U. 535 : 733 : 658.3.043 : 535.65

La ley de la integridad en la perceptión de los colores — *P. F. Luft.*

Informaciones IRAM, 6/7-960, vol. 24, n.º 2, pág. 131-139.

C. D. U. 536.212.08

Determinação da condutividade térmica usando a análise térmica diferencial (em russo, resumos em inglês e romeno) — *L. G. Berg ; E. E. Sidorova.*

Bul. Inst. Politehnic din Iasi (Jassy), 1959, vol. V (IX), n.º 3-4, pág. 95-102.

C. D. U. 537.543

Reliability of Electron Tubes in Operation — *W. Chladek.*

SEL-Nachr. 7 (1959), n.º 4, pág. 189-194.

C. D. U. 539.156/ : 157

The investigation of the temperature influence on electric strength of ionic crystals — *V. D. Kuchin.*

Bul. Inst. Politehnic din Iasi, 1959, vol. V (IX), n.º 1-2, pág. 177-180.

C. D. U. 541.123.66.049.669.054.2

Purification par le procédé de la zone fondue — *E. F. G. Herington.*

Endeavour, 10-960, vol. 19, n.º 76, pág. 191-196.

C. D. U. 546.46 : 546.292 : 539.152.1

Structure nucléaire du $_{10}$Ne et $_{12}$Mg — *C. G. Bedray.*

Bul. Inst. Politehnic din Iasi, 1959, vol. V (IX), n.º 1-2, pág. 143-150.

C. D. U. 546.791 : 545.82

Étude d'une méthode rapide de dosage de l'uranium — *A. Herculano de Carvalho e F. Marques Videira.*

Separata da Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa, 1954, vol. 3, 2.ª série-B, pág. 55-64.

O MODELO APROPRIADO PARA O DIRIGENTE

Dia após dia, visitas, conferências, conversações e outros compromissos comerciais verificam-se incessantemente

Disposições e decisões importantes são tomadas.

Todos os minutos são úteis. Ainda que muitas coisas de menor importância lhe sejam dirigidas, não se livrará delas, nem a sua secretária poderá evitar-lhas, se não puzer ao seu alcance os meios que lhe facilitem a tarefa de cada dia. Uma instalação de telefones "Siemens" simplifica o movimento da sua organização dando possibilidades à sua secretária de fazer atender por outros, chamadas que não requeiram directamente a sua atenção, só lhe reservando os assuntos mais importantes. As instalações "Siemens" nomeadamente as de Director-Secretária abonam e oferecem ainda muitas outras vantagens.

Para informações e orçamentos sem compromisso

SIEMENS COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S.A.R.L.

LISBOA PORTO

Representantes de:

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT

BERLIM — MÜNCHEN

C. D. U. 549.755.3 (469.312.16)

Bermanite de Mangualde (Portugal) — *J. M. Correia Neves.*

Memórias e Notícias, 1958, n.º 45, pág. 1-4 e 1 est.

C. D. U. 551.4 (469.312.19)

Morfologia estrutural da região de entre Nelas e Vila Franca da Beira — *J. F. de Campos Serafino.*

Memórias e Notícias, 1960, n.º 49, pág. 41-62.

C. D. U. 551.43

Relevo calcário e relevo cárstico — *M. Monteiro Marques.*

Ciência (A. E. F. C. L.), 3-960, n.º 17, pág. 3-16.

C. D. U. 552.3 (679.313)

Rochas graníticas de entre Nampula e Murrupula (Norte de Moçambique — *J. M. Cotelo Neiva + C. A. Ribeiro de Albuquerque.*

Memórias e Notícias, 1960, n.º 49, pág. 63-82.

C. D. U. 552.6 : 551.578.9

L'accroissement de la matière cosmique sur la Terre — *A. Patterson.*

Endeavour, vol. 19, n.º 75, pág. 142-146.

C. D. U. 621.039 : 621.311.2

Progresso y perspectivas técnicas y económicas de centrales nucleares en el momento actual — *José M. Narascués.*

Dyna, 5-960, vol. 35, n.º 5, pág. 346-359.

C. D. U. 621.039.6 (73)

Le stellarator et les recherches sur l'énergie thermonucléaire aux Etats-Unis — *M. B. Gotteieb.*

Endeavour, 1960, vol. 19, n.º 74, pág. 62-71.

C. D. U. 621.311.00.11«1951/59»

A produção de energia eléctrica no período 1951/59 e o seu futuro desenvolvimento — Necessidades de Produção da rede nacional em exploração conjugada — *A. C. Xerez.*

Electricidade, 1-3-960, n.º 13, pág. 21-24.

C. D. U. 621.311.1 : 627.8 : (282.28) : (81)

Aproveitamento hidro-eléctrico Urubempungá-Itapura Rio Paraná — Brasil — *P. Mendes da Rocha, C. Eduardo de Almeida.*

7/9-960, n.º 15, pág. 306-313.

C. D. U. 621.311.21 : 627.82 : (282.246.24) : (46)

El Salto de Aldeadávila — *Pedro Martinez Artola.*

Electricidade, 4/6-960, n.º 14, pág. 139-154.

C. D. U. 621.311 : 22 : 667.187

The «Deutsche Linoleumwerke» Power Station — *Martin Bosert, Wolfgang Schuster and Ekkeharg Sann.*

Siemens Review XXVII (1960), pág. 44-50, 9 figs., 1 tab.

C. D. U. 621.314.2.003

Alguns aspectos económicos da escolha de transformadores — *Franklin Guerra Pereira.*

Electricidade, 10/12-960, n.º 16, pág. 387-390.

C. D. U. 621.314.63 : 669.732

Diffused Miniature Silicon Junction Diode — *H. Buri.*

SEL-Nachr. 7 (1959), n.º 2, pág. 80-83.

C. D. U. 621.314.634 : 669.686

Redresseurs au sélénium et transducteurs refroidis à l'huile pour des installations d'étamage de tôles de grande largeur en continu — *Kurt Fiss et Wilhelm Kafka.*

Revue Siemens 18 (1960), pág. 307-314., 11 figs.

C. D. U. 621.315 : 621.39 (C N E)

Telecomunicações nas Redes de Transportes e Distribuição de Energia Eléctrica — Rede da C. N. E. — Sua Evolução — Novas Instalações de Telemedida e Telecomandação — *Fernando N. R. Gomes, Eduardo M. M. C. de Matos.*

Electricidade, 1-3-960, n.º 13, pág. 25-40.

C. D. U. 621.315.051.024

Actualités relatives à la transmission à courant continu à haute tension à travers la Manche — *Lidén, I.*

Asea-Revue 32 (1960), pág. 100-102.

C. D. U. 621.315.1 (485)

Problemas del transporte de energia en corriente alterna a 380 KV en Suecia — *Ivar Herlitz.*

Dyna, 11-959, vol. 34, n.º 11, pág. 847-855.

C. D. U. 621.315.684

New Line-up Terminals — *Josef Schmitt.*

Siemens Review XXVII (1960), pág. 336-339, 4 figs

C. D. U. 621.316.5.

Nouveaux postes d'ordres à éléments standard interchangeables — *Ursula Schuster.*

Revue Siemens 18 (1960), pág. 326-329, 6 figs.

C. D. U. 621.316.54 : 621.318.435.3 : 622

Der Transduktorschalter, ein neuer Magnetschalter für den Bergbau — *Lonsdorfer, H. und Riemer, W.*

SEL-Nachr. 6 (1958), H. 3, S. 143-145, 6 Abb.

C. D. U. 621.316.57.064.2

Le Courant Post-Arc dans les Disjoncteurs — *J. L. Blase.*

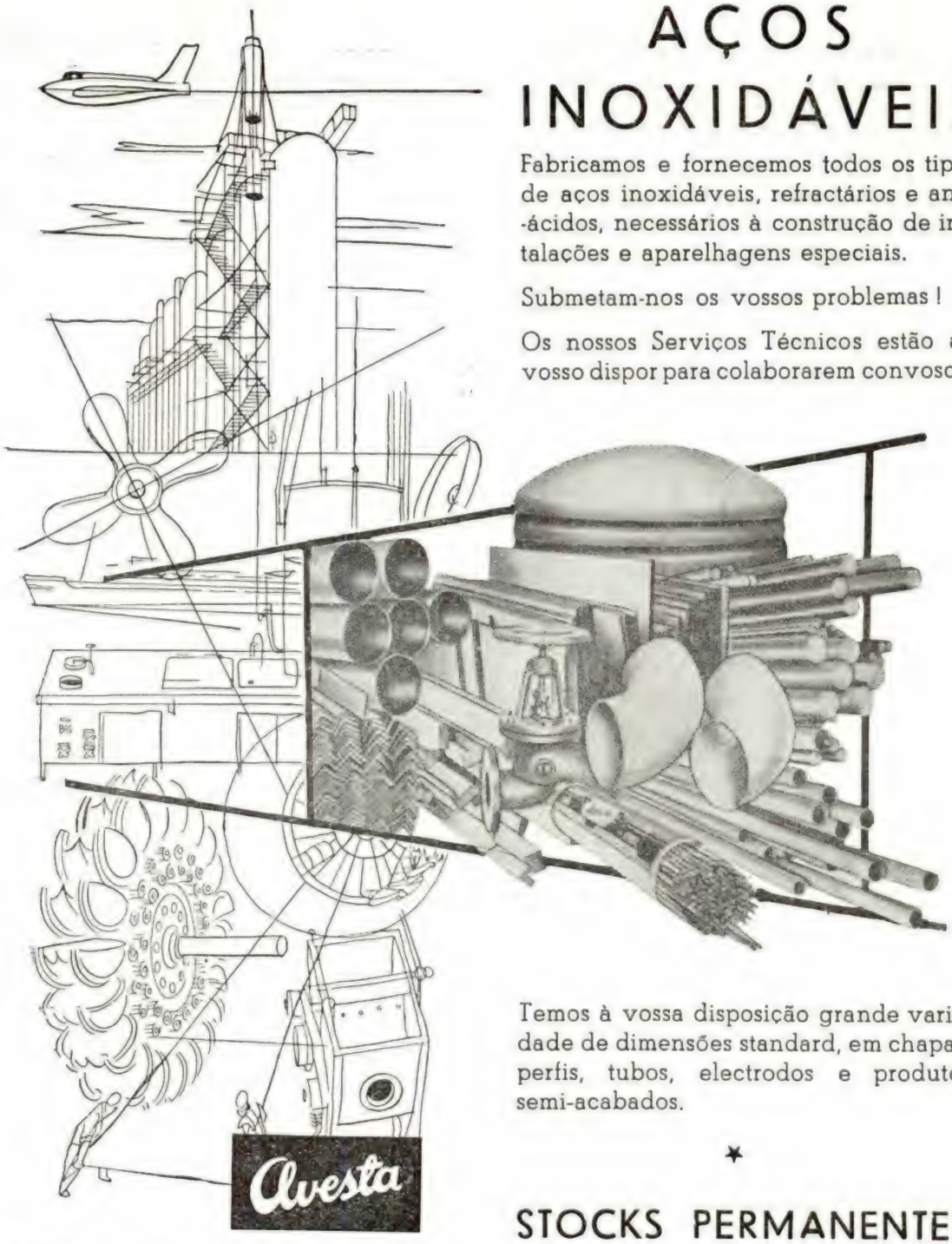
ACEC Revue, 1960, n.º 2, pág. 18.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

*

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 47961 — 47993 — 47997

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 621.316.57.064.242 : 621.315.618.9

Les disjoncteurs Haute-Tension à Hexafluorure de soufre — *V. Delevoy, F. Cassalette.*

ACEC Revué, 1960, n.º 2, pág. 2-17.

C. D. U. 621.317.74

Level Measuring Setupe with AFC for Range from 30 Kc to 15 Mc — *Alfred Neumann.*

Siemens Review XXVII (1960), pág. 321-326, 6 figs.

C. D. U. 621.365.5 : 621.78

Chauffage par induction, à fréquence industrielle, des lingots de métal léger — *Sundberg, Y.*

Asea Revue 32 (1960) : 2, pág. 35-42.

C. D. U. 621.385.832.001.4

General Research on Picture Transformation on CRT screens by Constant Defletion Fields — *G. G. Gassmann.*

SEL-Nachr. 8 (1960), n.º 2, pág. 55-59.

C. D. U. 621.394.74 (73)

Le service Telex en Amérique du Nord — *Philip R. Easterlim et Ehrhard A. Rossberg.*

Revue Siemens 18 (1960), pág. 273-277, 3 figs., bibliog

C. D. U. 621.395.26

New Subscriber Sets for Small Installations — *R. Beith.*

SEL-Nachr. 7 (1959), n.º 1, pág. 12-15.

C. D. U. 621.395.26 : 654.938 : 681.847.2

New Supplement Equipments for PABX — *M. Göller und K. Richter.*

SEL-Nachr. 7 (1959), n.º 1, pág. 46-51.

C. D. U. 621.395.347.4-523

Principles of Reed Reloy Translator for Long Distance Dialing — *Th. Burian.*

SEL-Nachr. 7 (1959), n.º 4, pág. 181-185.

C. D. U. 621.395 661.2 : 621.395.344 (43)

Leitungsnachbildungen für bespulte Kabel im Selbstwählferndienst — *Ganitta, E. und Rahmig, G.*

SEL-Nachr. 6 (1958), n.º 4, pág. 195-198, 5 Abb., 2 Tafeln, 4 Literat.

C. D. U. 621.395.721

New Home Converser Systems — *Herbert Hüttisch and Ernest Payer.*

Siemens Review XXVII (1960), pág. 35-37, 4 figs, bibliografia.

C. D. U. 621.397.62 : 621.375 : 621.397 : 654.172

VHF Tuner for Television Bands IV/V — *H. Hein.*

SEL-Nachr. 8 (1960), n.º 1, pág. 7-11.

C. D. U. 621.47

Sumário sobre a utilização da energia solar — *J. Laginha Serafim.*

Electricidade, 10/12-960, n.º 16, 412-418.

C. D. U. 621.74 : 658.562

Algunas aplicaciones de control estadistico de la calidad en las fundiciones — *Sigmund P. Zobel.*

Dyna, 1-960, vol. 35, n.º 1, pág. 631.

Transcrição de «Nat. Convertion Transactions» 1959.

C. D. U. 621.833 : 629.12

Les réducteurs à engrenages pour navires; état actuel et perspectives d'avenir — *Wahl, C. G.*

Rev. Brown Boveri, t. 46 (1959), n.º 8, pág. 435-443, 7 figuras.

C. D. U. 624.074.2

Aplicação das técnicas de diferenças finitas no estudo das barragens e das cascas — *O. C. Zienkiewicz.*

Electricidade, 4/6-960, n.º 14, pág. 155-168.

C. D. U. 624.194 (73)

El túnel de Hampton Roads — *J. O. Bickel.*

Informes de la Construcción 12 960, n.º 126, pág. 10

C. D. U. 625 215 (32)

Progrès des bogies à suspension pneumatique au Japon — *Tadashi Matsudaira.*

Bulletin de l'A. I. du Congrès des Chemins de Fer, 11-961, vol. 38, n.º 2, pág. 89-100.

C. D. U. 625.251

Les problèmes du freinage aux vitesse actuelles — *M. l'Ing. Josép. Svagel.*

Bulletin de l'A. I. du Congrès des Chemins de Fer, 11-959, vol. 36, n.º 11, pág. 1107-1122.

C. D. U. 625.28 : 621.33

Concepção e instalação de equipamento de suspensão — *D. H. Rooney.*

Gazeta dos Caminhos de Ferro, 1-1-961, n.º 1753, pág. 404-407.

C. D. U. 627 (469.811)

Problemas de hidráulica fluvial na Ilha da Madeira — *José Cabral M. de Beja Neves.*

Engenharia, 7-960, n.º 27, pág. 31-38.

C. D. U. 627.13

Medição de caudais pelo método químico — *M. Capucho Vieira.*

Electricidade, 4/6-960, n.º 14, pág. 187-189.

C. D. U. 627.8 (54)

Las presas de Bhakra y Nangal — *S. Sarwal.*

Informes de la Construcción, 11-960, n.º 125, pág. 8.

C. D. U. 654.147.2 : 629.12

Fire Alarme Equipment on Ships
Fire Fighting Provision on the Liner BREMEN — *H. Brünings.*

SEL-Nachr. 8 (1960), n.º 2, pág. 60-63.

Tabelas para o Cálculo do Betão Armado

por Fernando Vasco Costa
4.ª edição revista e aumentada pelo autor
e por *João d'Arga e Lima*

Preço 140$00

Topografia Geral

pelo Eng.º A. C. Xerez
1.º volume
2.ª edição revista e aumentada

Preço de cada volume 150$00

Manual de Hidráulica

pelo Eng.º Armando C. Lencastre

Preço 150$00

Dicionário de Unidades e Tabelas de Conversão

pelo Eng.º Vasco Costa e Osvaldo Francês

Preço 35$00

Pedidos à *Técnica*

Desconto: 10 % aos assinantes

Ericsson

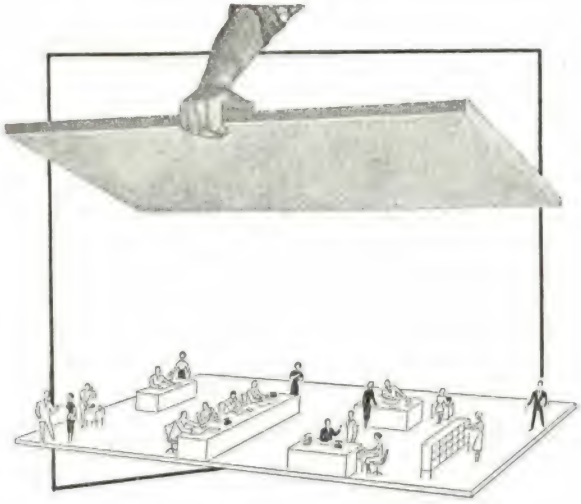
- SISTEMAS TELEFÓNICOS DE TODOS OS TIPOS
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- SISTEMAS DE SONORIZAÇÃO
- APARELHAGEM DE MEDIDA E ENSAIO
- CONTADORES ELÉCTRICOS
- CABOS E APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA

Sociedade Ericsson de Portugal, Lda.

Rua Filipa Folque, 7, 1.º — Telefone (PPC 2 linhas) 5 71 93

PROJECTOS // MONTAGENS // REPARAÇÕES
ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Vitrofil



ESTE TECTO

absorvendo os ruídos

aumenta o rendimento do pessoal

- Coeficiente elevado de absorção do som
- Poder isolante elevado
- Fácil aplicação
- Incombustível
- Fácil de limpar

Numerosas referências em cinemas, salas de aula, escritórios, salas de mecanografia, refeitórios, estúdios de rádio e de televisão, oficinas, etc.

NACIONAL FIBRAS DE VIDRO, LDA.
Rua Bramcamp, 15, 2.º Dt.º — LISBOA
Tel. 5 91 50 — 5 91 24

C. D. U. 656.212

L'enseignement du triage simultané — *K. J. Pentinga.*

Bulletin de l'A. I. du Congrès des Chemins de Fer, 11-961, vol. 38, n.º 2, pág. 101-107.

C. D. U. 656.25 (73)

Récents progrès dans l'établissement des circuits de voie — *Crawford E. Staples.*

Bulletin de l'A. I du Congrès des Chemins de fer, 11-961, vol. 38, n.º 2, pág. 107-116.

C. D. U. 656.254

Les problèmes de l'égalisation des temps d'annonce aux installations automatiques de proteccion passages à niveau — *M. Volker Bechstein.*

Bulletin de l'A. I. du Congrès des Chemins de Fer, 11-959, vol. 36, n.º 11, pág. 1086-1106.

C. D. U. 656.257 (43-2.4)

The Junction Interlocking at Frankfort's Central Railroad Station — *Fritz Ackermann.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 9-15. 8 figs. e 1 quadro.

C. D. U. 656.257 (43-2.4)

Le poste de commande nodal à la gare principale de Francfort (Main) — *Fritz Ackermann.*

Revue Siemens 18 (1960), pág. 320-326. 8 figuras.

C. D. U. 658.3.043 : 535.733 : 535.65

La ley de la integridad en la percepción de los colores — *P. F. Zuft.*

Informaciones IRAM, 6/7-960, vol. 24, n.º 2, págs. 131-139.

C. D. U. 659.135 : 621.327.4

A Descarga eléctrica nos gases rarefeitos e sua aplicação na Publicidade Luminosa—*José de Oliveira Sanlos.*

Electricidade, 1/3-960, n.º 13, pág. 55-63.

C. D. U. 659.135 : 621.327.4

A Descarga eléctrica nos gases rarefeitos e sua aplicação na Publicidade Luminosa — *José de Oliveira Santos*

Electricidade, 4/6-960, n.º 14, pág. 216-223.

C. D. U. 66.049.669.054.2.541.123

Purification par le procédé de lazone fondue — *E. F. G. Herington.*

Endeavour, 10-960, vol. 19, n.º 76, pág. 191-196.

C. D. U. 663.2

Identificação da origem dos vinagres — *Juvenal Gomes Ferreira.*

Rev. Clube Engenharia, 11-960, n.º 291, pág. 21.

C. D. U. 666.942.1-523.8

Système de commande automatique sans contact mécanique pour l'agitation pneumatique des silos de pâte dans les cimenteries — *Walther Kirchner.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 33-34, 3 figs.

C. D. U. 669.054.2.66.049.541.123

Purification par le procédé de la zone fondue — *E. F. G. Herigton.*

Endeavour, 10-960, vol. 19, n.º 76, pág. 191-196.

C. D. U. 669.1 (100)

A indústria siderúrgica no mundo — II Parte — *Alejandro Giménez Sanmartin.*

A Indústria do Nórte, 12-960, n.º 492, pág. 31-35.

C. D. U. 669.183 : 621.315 (469.412.21)

Distribuição de Energia Eléctrica nas Instalações da «Siderurgia Nacional» — *António M. S. G. G. Pestana, J. M. P. A. Rangel.*

Electricidade, 1/3-960, n.º 13, pág. 45-54.

C. D. U. 669.35

Cobre: modificación de sus propriedades físicas por acción de pequeñas cantidades de otros elementos — *Alfredo D. Mársico.*

Ciencia y Tecnica, 8/9-959, vol. 128, n.º 641-642, pág. 35-42.

C. D. U. 674.23 (73)

Impressiones sobre la fabricación del nureble en los Estados Unidos — *Juan Lantero.*

Dyna, 1-960, vol. 35, n.º 1, pág. 61.

C. D. U. 675.02

Caractérisation chimico-téchnologique de l'extrait d'écorce de Saule (Salix Capreae L.) — *Gh. Alexa; Aglaia Chiritā; Gh. Chiritā.*

Bul. Inst. Politehnic din Iasi, 1959, vol. V (IX), n.º 1-2, pág. 231-240.

C. D. U. 677.31

Contributū la cunoasterea modificarilor structurale ale vîrfurilor fibrelor de lênā — *M. Grindea; Tania Forst.*

Bul. Inst. Politehnic din Iasi, 1959, vol. V (IX), n.º 1-2, pág. 253-260.

C. D. U. 678.029

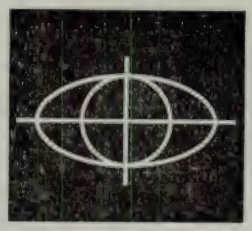
Les presses Eckert et zieglba à dispositif d'injection interchangbable.

Industries des Plastiques Modernes, 1-958, vol. 10, n.º 5, pág. 38-39.

C. D. U. 678.06 : 621.791.7

Laqualité des électrodes pose la soudure H. F. — *Klaus Abenes.*

Industries des Plastiques Modernes, 4-959, vol. 11, n.º 4, pág. 16-17.



"Símbolo Cronar"

A LINHA EMINENTEMENTE PROGRESSIVA DE PRODUTOS FOTOTÉCNICOS

DU PONT

fabricados sobre fibra poliestérica «CRONAR», a de maior resistência, estabilidade e duração.

Melhores produtos para maior bem-estar ...
graças à química

PARA LITOGRAFIA

A série completa dos filmes «CRONAR» para Artes Gráficas: litografia, tipografia e fotogravura. Estes filmes são todos dotados de uma notável estabilidade dimensional e duração, para os trabalhos a uma só ou mais cores.

PARA FOTOGRAVURA

Rotofilme de Du Pont para a regulação exacta da uniformidade nos «resists» para a impressão de fotogravura e do Filme para o processo de Ecran de Du Pont para uma reprodução de alta qualidade com ecrans de seda... desde o desenho original até ecran acabado em menos de 30 minutos.

PARA ENGENHARIA

Filmes de reprodução «CRONAFLEX» em base durável de filme fotográfico poliestérico «CRONAR» para segundos originais nos domínios da ENGENHARIA, do DESENHO, da CARTOGRAFIA, da ARQUITECTURA e dos LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS.

PARA CINEMA E TV

Filmes de 16 mm, 35 mm e 70 mm — Negative — Release Positive — Sound Recording — Special Purpose — Duplicating — TV Recording.

PARA FOTOGRAFIA AÉREA

Filme de 9-1/2" negativo grão fino.

Distribuidores exclusivos em Portugal:

SOCIEDADE TÉCNICA DE ARTES GRÁFICAS, LDA.

Fornecedores da Indústria Gráfica

LISBOA

Direcção e Escritórios:
Rua de D. João V, 7-1.º
Vendas e Exposição:
Rua de D. João V, 2-C
Telefones: 68 41 41-2-3

PORTO

Sucursal:
Rua Álvares Cabral, 27-29
Telefone: 3 34 35

RUSTON-BUCYRUS

A ESCAVADORA UNIVERSAL

De $\frac{3}{8}$ de jarda cúbica (300 litros)

Outros modelos até 6 jardas cúbicas

O número de escavadoras «RUSTON-BUCYRUS» e da sua associada «BUCYRUS-ERIE» existentes em Portugal e províncias ultramarinas é superior à totalidade de escavadoras das restantes marcas vendidas em território nacional

Para grandes obras e trabalhos de grande responsabilidade, as escavadoras «RUSTON-BUCYRUS» e «BUCYRUS-ERIE» dão uma garantia absoluta de rendimento e continuidade do serviço, o que se traduz em grande economia

Agentes exclusivos para Portugal Continental e Ultramarino

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Rua Cascais, 47 (Alcântara)

LISBOA

LUANDA **LOURENÇO MARQUES**

Shawnee Poole

O ÚNICO SISTEMA DE TRANSPORTE E REMOÇAO DE TERRAS QUE PERMITE UM ANGULO DE VIRAGEM DE 110° E UMA ECONOMIA DE 50 % NO CUSTO TOTAL DE CADA TRABALHO

CAPACIDADE — 10 toneladas — 5,35 m³

CONSUMO — 3,5/4 Lts. de gasóleo por hora

CAIXA — Própria para **Rocha**, ou alternativamente para **Terra**, em chapa de 4,8 mm.

HIDRÀULICOS — **Telescópios-2**, que permitem notável ângulo de basculamento

Veículo ideal para minas, barragens, pedreiras e todos os trabalhos de transporte de Terra, Betão, Rocha, Lamas, etc., sobre todos os terrenos

Peça uma demonstração gratuita no próprio local do seu trabalho ao

Representante exclusivo

ESTABELECIMENTOS HEROLD, S. A. R. L.

Rua dos Fanqueiros, 278, 5.° — LISBOA

Telefones 24221/2/3

EMPREZA DE
CIMENTOS DE LEIRIA

PORTUGAL

LIZ
CIMENTO PORTLAND NORMAL

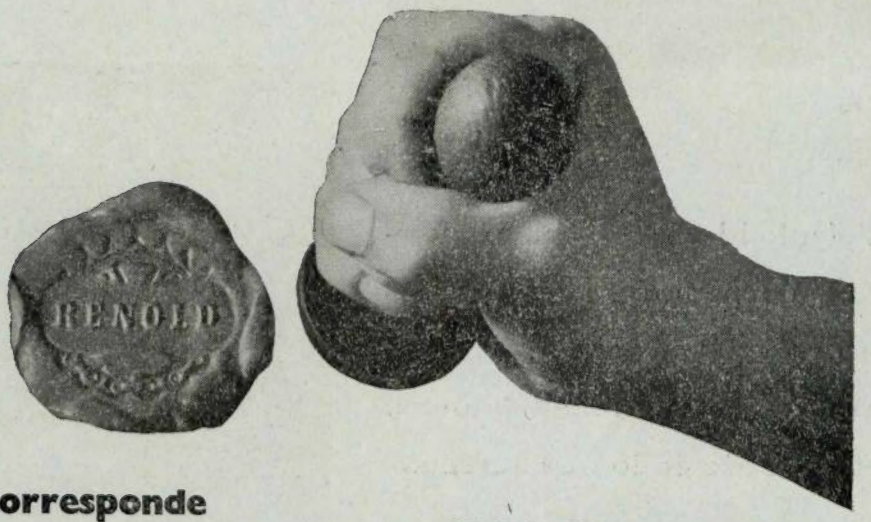
CIMENTO HIDROFUGADO
CIMENTOS ESPECIAIS

Fábrica de sacos de papel privativa, equipada com os mais modernos mecanismos e uma capacidade de produção anual de 40.000.000—quarenta milhões — de sacos de papel Kraft, de grande capacidade, cosidos e colados, para consumo próprio e fornecimento à indústria nacional

Agentes em todo o país

Fábrica: MACEIRA
LIZ

R. Braamcamp, 7 — LISBOA
Telef. 5 91 61 / 66



A marca

corresponde
a um selo de garantia de QUALIDADE

seja qual for a máquina . . .
seja qual for a especificação
. . . uma corrente RENOLD
traduz uma preocupação de
qualidade em todos os sentidos.

HARKER, SUMNER & C.ª, L.DA

38, Rua de Ceuta, 48
PORTO

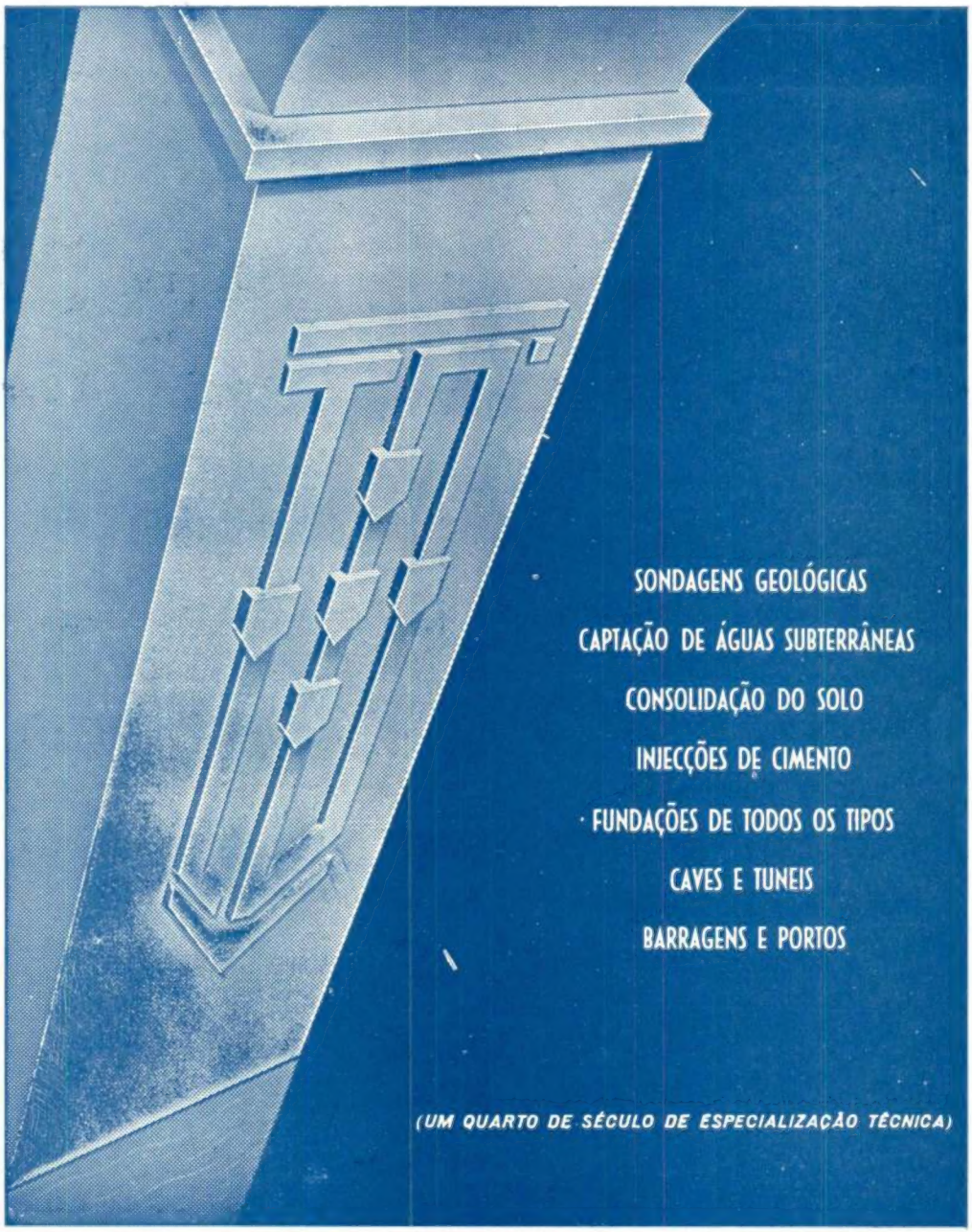
14, Largo do Corpo Santo, 18
LISBOA

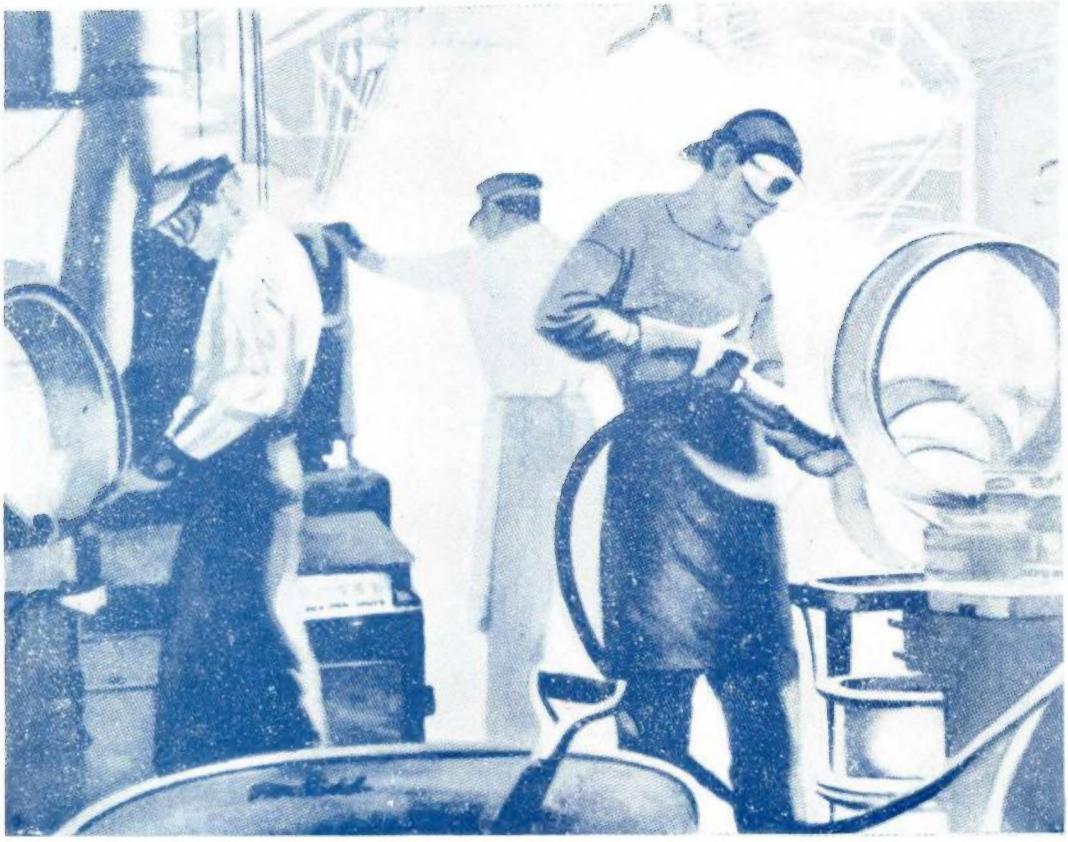
Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA





DURAÇÃO DE UMA BOMBA HIDRÁULICA PROLONGADA EM 22%

Cerca de 100 bombas accionam as prensas hidráulicas e outro equipamento usado na produção de aros de rodas, na Divisão de Produtos Metálicos da Goodyear.

Algumas destas bombas, lubrificadas segundo um plano MOBIL, trabalharam em serviço contínuo o dobro do tempo previsto para a sua duração. Outras, cuja vida média se admitia ser de 5 anos, continuam em funcionamento normal ao fim de 11 anos. A fábrica nunca teve qualquer avaria nessas bombas por deficiência de lubrificação desde que adoptou um Plano Mobil de Lubrificação Racional.

O simples facto de uma avaria nas bombas, alem de causar alterações no ritmo da produção contínua da fábrica, custar mais de 10.000$00 em mão de obra e cerca de 100 contos noutras reparações, põe em perfeito destaque os resultados apontados.

Hoje em dia, na Goodyear, os custos de manutenção estão a transformar-se gradualmente em lucros.

Se tem qualquer problema de lubrificação, consulte-nos.

Mobil

GARANTIA DE ALTA QUALIDADE

3216